

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 (95)

交通科学



科技大趋势系列 95
交通科学

人类交通的历史与现状

所谓交通，《辞海》中解释为“相互通达”。实际上我们今天所说的“交通”，常常与“运输”联系在一起，指人或物从一个地方移到另一个地方的方式和手段，不过，“交通”更多地指人的因素，而“运输”则主要是指货物的运送。

从交通所行经的地域来看，我们可以把它划为陆路交通、水路交通与空中交通；从交通本身的特点来看，则可以划分为公路交通、铁路交通、河运、海运和航空等等。从更长远的角度来说，航天也属于交通的范畴。

现代的交通运输已成为一个国家经济发展不可缺少的重要部门。但从人类原始的“肩挑手提”、“以脚代步”的交通方式演变为今天现代化的交通运输，却是经历了十分漫长的历史过程的。交通对人类来说是如此的重要，关系又是如此的密切，以致于我们完全有理由认为，交通的发展与变革，是人类文明的重要标志之一。

阡陌纵横——陆路交通

陆地是人类的基本栖息地。在那里，人们生产、生活、交互往来、迁移走动，自古如此。因此可以说，陆路交通的发展与人类本身的发展几乎有着一样悠久的历史。

在人类的最远古时期，除了一根木棍外，没有任何器械可以凭借，双脚行走是当时交通最基本的、也是唯一的手段，肩挑手提、拖抬扛背是当时基本的运输方式。这种纯粹人力的交通时代，持续了相当长的时间，直到车马的出现才有所改观。

有人认为，世界上最早的车，大概出现于 5500 年前，是由生活在西亚美索不达米亚平原的苏美尔人发明的。发明车的过程，可能是人们在推拉沉重的石块或其他重物时，无意识地偶然发现石块或其他重物下的圆木棍可以减少推拉重物时所使用的力气。于是，在以后推拉重物时，用一些圆直的木棒排到重物下的地面上，借助木头的滚动，使重物的搬运变得轻松了许多。由于有些东西不适宜直接在地上拖拉（如粮食等），人类早期还可能采用过平板（即原始的爬犁之类）拖拉东西。平板的采用可能比圆木棍的使用来得更早。二者的结合，便是车辆原理的原始应用。再到后来，圆直木棍被固定在平板下转动的轮子所代替，最初的车便这样发明了。但从直接拖拉，到平板拖拉，再到圆直木棍的使用，再到真正的车的发明，其间的每一次变化，都是人类交通运输史上的大进步。

我国也是世界上最早使用车的国家之一。相传我国造车开始于 5000 年前的黄帝时代，并作为一种战争工具，与蚩尤大战于涿鹿之野。从考古发掘的材料来看，不仅甲骨文、金文、陶文中已出现大量的“车”字，而且还在殷商遗址中发现了一辆四匹马驾的战车遗迹。文字是实物的反映，而从有车发展到四匹马驾的战车，则需要相当长的时间，因此，可以断定，我国在殷代以前就早有了车。

人们最初发明的车靠人力拖拉，车轮用木头制成，很不坚固，再加上路面也很不平坦，所以，车行并不顺利。但不管怎么说，货物的搬运事实上因此方便了许多，效率也成倍地增长。

动物的驯化是人类交通史上的一个里程碑，人类交通从此告别了纯粹人力的时代。最初，人们直接以牛、马等驮物、代步，这可能是畜力的最早应用。后来，畜力逐渐被用来拖拉车辆，牛车、马车便就此出现了。

牛拉车最初由美索不达米亚平原传到腓力斯、巴比伦、埃及等中近东诸国，后逐渐传到希腊等其他地方。在传播的过程中，车有了很大的改进。如车轮就是在传播过程中由圆木板变为部分挖空的辐条式。马车也很早就成了人们的一种重要的交通工具，在世界上许多地方使用相当广泛。在二千多年前，中东地区就已经有了辐式车轮的快速二轮马车。不过，那时马车多用于战争中的物资运输，是作为一种兵器来使用的。

我国的陆路交通也有着颇为悠久的历史。特别是在秦统一中国后，为了更好地实现全国政治、经济和文化的统一，拆毁了战国时期遗留下来的路障、城堑等，大力发展车马驿道，形成了以咸阳为中心的全国性陆路车马交通网。据说到唐代时，我国的陆路交通干线已经达到了五万华里。

中古和近代是畜力车发展的繁荣时期。我国历代皇帝乘坐的车辇以及在战争中使用的战车之类，记载颇多。美国设有驿马站，专供长距离运输之用。欧洲贵族的马车，漂亮而奢华。为了使人们乘坐舒服，还安装了弹簧式悬架和轴承之类。

进入 19 世纪后，汽车、火车制造技术的日益完善及其在交通运输中的普及，终于使曾辉煌一时的马车逐渐黯淡下去。人类从此揭开了现代化“动力交通时代”的序幕。而蒸汽机的发明和改良，则是其前奏。

1769 年，法国人尼古拉·古诺制造了世界上第一辆完全靠蒸汽机带动前进的汽车，然而这辆时速不到三英里的汽车在试车之时，便人仰车翻，十分狼狈。尽管古诺的汽车失败了，但却引发了一场交通技术革命。在工业迅速发展，现有交通运输条件（主要是人力和畜力交通）已远远不能满足现实需要的情况下，许多国家都开始了对用蒸汽机带动的车辆——汽车的研制。

1834 年，据说英国人已制造了 20 辆用蒸汽机带动的汽车，其中汉考斯制造的九辆蒸汽公共汽车，曾当作定期的班车使用。这些公共汽车的时速在 20 公里左右。法国巴黎则在这一年才开始使用蒸汽机汽车运货。然而，英国的汽车制造、运输业的发展因政府的干预就此停顿，而法国却在此后的五十余年间制造了形形色色的蒸汽机汽车，投入交通运输中。

由于以蒸汽机作为动力存在着许多缺点。因此，许多科学工作者都绞尽脑汁，试图制造出其它新的机器以代替蒸汽机。这个研究实际上早在 1823 年就已开始。1862 年，法国人阿方瑟·贝奥·洛哈斯提出了四冲程内燃机的设想。1867 年，德国工程师尼古拉·奥古斯都·奥托首先制造出这种以煤气为燃料的内燃机，成为现代内燃机的先驱。1876 年，奥托终于制成了可供实用的四冲程煤气内燃机。

1883 年，德国人戈特利布·戴姆勒制成了汽油、煤油两用发动机，1885 年他把这种发动机安装在自行车上，成为世界上第一辆内燃机摩托车。1885 年 10 月，德国人卡尔·本茨制造了第一辆以汽油发动机为动力的三轮汽车，获得成功。1886 年戴姆勒又将汽油机装在四轮马车上，在坎斯塔特走上道路，成为世界上第一辆以汽油发动机为动力的四轮汽车。本茨与戴姆勒的创造仅间隔几个月，因此，他们同被誉为“现代汽车之父”。

自此，汽车在全世界迅速发展起来。而汽油发动机汽车因最为轻便、安全、实用，更受人们的欢迎。进入 20 世纪后，法、德、英、美都竞相建立汽

车制造业，使汽车进入了商业性经营阶段。发展到今天，无论汽车的性能还是型式、规模，都有了根本的改变。除污装置、电子控制等技术的应用，使现代汽车显得更为清洁、安全。据统计，现在世界上已有公路达 2200 万公里，各种汽车四亿多辆。其中美国就有公路六百多万公里，居世界第一位。

铁路的出现要比火车出现早得多。早在 16 世纪欧洲的矿山中，已出现用木轨平车运煤。18 世纪时，英国人就在木轨表面贴上一层铁皮，以提高效率。1789 年，英国人杰索普最先使用铁轨铺路。但那时的铁轨路不是供火车使用而是供畜拉的平车使用的。

1804 年，英国人特列维锡制成一台蒸汽机车，第一次开上矿区铁道，但试跑的结果却不理想。真正开辟火车铁路运输时代的，是英国的设计工程师乔治·史蒂芬生。1825 年，他亲自驾驶着一台蒸汽机车“运动一号”，拉着数节货车和数百名乘客，总载重量约 90 吨，在铁路上迅跑，获得巨大成功。1829 年 10 月，世界上第一条专供火车使用的铁路——从利物浦到曼彻斯特的铁路建成。1830 年，美国也修建了从巴尔的摩到俄亥俄城之间的铁路，进行营运。

在蒸汽机车发明使用以来，世界的铁路发展很快。从数量到质量，由少到多，由低级到高级，走过了许多奋发改进的道路。铁路铺轨也由“有缝线路”向“无缝线路”过渡，轨道也由地面延伸到了地下（地铁）、空中（高架铁路），等等。目前，世界各国的铁路营业总里程计有一百三十多万公里。其中美国有 32 万公里，居世界第一。我国占第五位。

与此相应，机车的发展也十分迅速。从运行速度上看，1830 年史蒂芬生的“火箭”号机车的平均时速为 16 公里，最高时速也只有 50 公里，到 1899 年，法国巴黎到马赛的特快列车平均时速已达 67 公里。而目前的高速铁路列车平均时速则达二百多公里，最高时速可达 300 公里以上。而未来的列车将朝着更加高速化发展。

蒸汽机车在过去的一百多年里，为铁路运输时代的开创作出了重大贡献。但是，它不仅需要不断地添煤加水，显得麻烦，更重要的是，它那极低的效率，浪费了大量的能源。因此，在电力机车和内燃机车出现后，它就日渐走上了被淘汰的命运。

1835 年，美国的德凡伯在麻省展出了第一台电力机车模型。1895 年，斯泼拉格和通用电气公司用一台四轴四个发动机、总共 1440 马力、由架空线和集电弓供电的直流电力机车，行驶于巴尔的摩到俄亥俄铁路的隧道区，全长三英里，揭开了铁路电气化的序幕。1920 年，美国制成 300 马力电传动调车内燃机车，1925 年由新泽西中央铁路正式投入使用。从此，在油源较充足的 国家，内燃机车都发展很快。

与蒸汽机车相比，电力机车和内燃机车的优势是明显的。蒸汽机车的热效率仅占 6~7%，而内燃机车则达 19%，电力机车的热效率更高达 27.6%。据日本的统计分析，同是牵引 300 吨公里，蒸汽机车要花费 1011 日元；柴油机车只花费 423 日元；而电力机车仅花费 422 日元。经济效益的差别显而易见。因此，本世纪 50 年代后，世界各国都加速了电力机车和内燃机车的发展。我国在缺煤、缺水、坡度陡及运输繁忙地段的不少铁路干线，已使用内燃机车和电力机车。

汽车、火车作为陆路交通的主要工具，其现代化的发展正日新月异。高速公路、高速铁路正在全球范围内兴起。人类正朝着高速化、智能化的 21

世纪陆路交通大步迈进。

蛟龙“戏”水——水路交通

人类使用船舶作为水上交通工具，几乎也同人类文明史一样悠久。

从远古的独木舟发展到现代化的运输船舶，大体经历了舟筏时代、帆船时代和轮船时代。这三个时代是按驱使船舶前进的动力不同进行划分的，即：舟筏时代是以人力通过桨、橹、竹篙等工具驱使船舶前进的；帆船时代船舶的行进则主要依靠自然风力对悬挂于船桅上的篷帆的吹动作用作为动力；轮船时代的船舶，则是以机械力通过推进装置驱使船舶前进。

然而，三个时代的划分并不是截然分明的，有时还相互协同作用。如帆船在利用风力的同时，少不了人力划桨来协助，特别是在风力微弱的时候，人力甚至成为帆船行进的主要动力：早期的轮船在使用机械动力的同时，出常常挂起风帆借用风力，以加快船舶行使的速度。

舟筏时代与帆船时代在水上交通史中，无疑占有十分漫长的时期，但在水上交通史上最具创造性的时代，当自轮船的出现。

轮船是指以机械为动力的船舶的通称，因早期机动船以蒸汽机为动力，用明轮为推进装置而得名。在螺旋桨推进器发明以前，以蒸汽机作动力的船舶大多用桨轮作为推进器。桨轮是一种装有许多桨片的巨大的轮子，桨片有固定的和活动的两种形式。早期轮船的桨轮都采用固定式桨片，一艘轮船一般有两个桨轮，对称地装置在船的两舷，两桨轮之间以轴相连，也有把桨轮装置在船尾。由于桨轮上半部露出水面，所以桨轮又称明轮，装有明轮的机动船称为明轮船，简称轮船。当船上的蒸汽机带动桨轮转动时，桨轮周缘的桨片就不断地向后拨水，使船舶前进。后来，螺旋桨推进器取代了明轮推进器，但出于习惯，“轮船”这一名称却一直被沿用下来。

其实，以明轮作为船舶的推进装置，我国古代早有发明和应用，只是驱动明轮转动的不是蒸汽机而是人力。公元 552 年，梁朝水军将领徐世谱就曾使用一种“水轮船”与叛乱的侯景作战。唐德宗时的杭州知府李皋受到农民脚踏龙骨水车的启发，制造了一种桨轮船作战舰，在船舷左右各装一个桨轮，用横轴相连，轴上装有踏板，启航时叫士兵用力踩踏踏板，使船舷外的两个桨轮转动，桨轮上的桨片，好像许多把桨，不断地拨水，使船身前进。这件事在《旧唐书》卷 131 中有专门记载。桨轮船以轮代桨，成为一种半机械化的先进船舶，这是船舶推进装置的一大创新，比欧洲早了近 1000 年。虽然仍使用人力，但却大大提高了推进效率。它与以风力为动力的篷帆相比，有着许多优越之处，它不受风力、风向的影响或影响很小，在行船速度方面，也要比帆船快得多。

桨轮船到南宋初期得到进一步发展。公元 1130 年，以洞庭湖为根据地的钟相、杨么起义军，在与宋朝官军的水战中，就制造了大量的桨轮船作为战舰，称为“车船”。这种车船的结构大致与李皋的桨轮船相仿，但其桨轮数量不只是两个，而是按船只大小不同而轮数不一，一般有 11 个桨轮，大型车船的桨轮有 24 个之多，而且船尾还装有尾轮。此外，桨轮外面都装有护轮板，使桨轮隐蔽其间，以防敌人袭击和撞毁。每个桨轮上安装八个桨片，轮与轴连，轴上装脚踏板，轴转轮也转，“以轮激水，其行如飞。”杨么起义失败后，南宋朝廷也开始制造车船，规模更大，种类也更多。小型车船可容数十

人，大型车船则可容 700~800 人之多。并按船体的大小而定车（桨）轮数，有 2 车、4 车、5 车、8 车以及 23 车、24 车等。这种车船成为当时南宋水军的先进战舰。宋将曾以此舰在采石矶击败了企图渡江南犯的金兵。

以车船作为战舰，沿用了相当长的时期。元末明初，陈友谅同朱无璋在鄱阳湖中决战时，陈友谅水军使用的也是车船。及至清朝道光年间爆发的鸦片战争中，中国方面也曾使用车船抗击英舰的进犯，英国的侵略军当时还以为是中国人看见其明轮战舰后仿制的，却不知中国人早在一千多年前就已经发明使用了。只是中国的人力桨轮船尽管比帆船大有进步，最终还是敌不过英人的以蒸汽机驱动桨轮的战舰。据英国著名科技史专家李约瑟博士分析，中国在中世纪时期制造的桨轮船估计已达到 50 马力，航速平均 3.5~4.0 海里/小时。

在国外，自 18 世纪中叶蒸汽机发明后，许多人都试图把蒸汽机作为动力用于船舶的行驶，以代替原始的风帆，并进行了大量的探索。

有比较可靠记载的是法国人乔弗莱，他于 1783 年 7 月制成了世界上最早的近代明轮——“波罗斯卡非”号，以两个直径为五米的巨大桨轮作为推进器。然而就在轮船于索思河上试航 15 分钟后，蒸汽锅炉发生了爆炸。这艘世界上最早问世的明轮船以失败告终。

1802 年，对蒸汽机很有研究的英国机械工程师薛明敦，在一个名叫邓达斯的的人的资助下，制成了一艘蒸汽明轮船，该船的桨轮装在船尾，以一台 10 马力的单缸蒸汽机驱动。并在苏格兰格拉斯哥附近的一条运河上试航成功，这是世界上第一艘试航成功的蒸汽机轮船。然而因运河公司怕轮船激起的水浪损坏两侧堤岸，这艘船没能投入运营。

世界上第一艘用于实际运输的轮船是美国人富尔顿制造成功的。他于 1793 年开始致力于蒸汽轮船的研究，并观看过薛明敦的蒸汽轮船试航，得到不少启发。1807 年他在詹姆士·瓦特的支持下，终于在美国制造成功“克莱蒙特”号蒸汽轮船，该船长 45.72 米，宽为 9.14 米，排水量为 100 吨，两个直径 4.6 米的巨大桨轮装在船舷两侧，船中央安装着当时最先进的船用蒸汽机。8 月 18 日，“克莱蒙特”号在纽约附近的哈得逊河上进行试航，以时速 6.4 公里的速度平稳地在哈得逊河上逆流而上，到达纽约州首府奥尔巴尼后再调头顺流而下，回到纽约，往返航程 91.4 公里，试航获得圆满成功。

后来富尔顿把“克莱蒙特”号投放到哈得逊河上进行实际运营，开辟了从纽约到奥尔巴尼的定期航班，载客运货，为社会服务。从此，轮船作为一种新的运输工具写进了世界交通史。富尔顿则被后人尊为轮船的发明人，载入史册。其实，他只能算是蒸汽轮船的改进者而不是发明人，但以轮船运输，却是由他开创的。

内燃机的发明，为轮船的航行提供新的了更为先进有效的动力。这触发了一场轮船制造技术的革命。从此，轮船的制造技术越来越高，航运能力越来越强，规模越来越大。与现代舰船相比，早期的轮船无论从排水量、运载量、航速、续航能力还是船舶本身的装备看，都显得十分简陋。但正是这些早期的蒸汽轮船及其制造者们，揭开了人类航运交通史的新篇章。

天马行空——航空交通

航空作为一种较新型的交通方式，应该说是在本世纪初才出现的。飞机

的首次试飞成功是一个重要标志。但人类像鸟一样翱翔于天空的梦想，却萌发于相当久远的时代，先人们为此还作了大量的试验。据说，四千多年前的大舜曾手持两个斗笠，从着了火的谷仓顶上跳下，幸免于死，这大概可算是最早的“空降”试验。春秋时期鲁国的巧匠公输班曾研制出能飞的木鸟，“盘旋九日而不下”，是研究航空模型的最早尝试。西汉王莽年间，有人“取大鸟翮为两翼，头与身皆着毛，通环引纽，飞行百步堕”，这是最早的人力飞行试验。

在模仿鸟的动作上天尝试屡遭失败后，人们便从仿鸟转向仿烟雾的升空方法。《淮南万毕术》载：“艾火令鸡子飞。注：取鸡子去其汁，燃艾火内空卵中，疾风因举之飞”。这是热气球升空原理的最早叙述。五代时，莘七娘入闽作战，以松脂灯升空为军事信号，这可以说是热气球在实际生活中的最早应用。

1783年6月，法国的蒙特戈菲尔兄弟从炊烟升腾中得到启示，用布和纸制造了一个直径11米的大球，内中装烟气，然后将其封闭，大气球竟升到了1800米的高空，可说是最早创造的上天飞行器。同年8月，夏尔在巴黎试飞一只直径为四米的氢气球。10月，法国人路德泽尔乘蒙特戈菲尔的热气球升空，持续四分钟之久，这是人类第一次飞上天空。不久，人们开始乘坐装满氢气的大气囊上天。1785年1月，布朗夏尔同美国人杰弗里斯博士同乘一只氢气球，从英国起飞，利用天空中的气流，横渡英吉利海峡到达法国。然而这时的气球全凭风力摆布，人类还不能按照自己的意志决定活动的方向。想降落时，减少囊中的氢气是唯一的选择。

1852年，法国人亨利制造了一条长44米的飞艇，艇上安装有三马力的蒸汽机，带动螺旋桨推进器推动飞艇前进，飞艇在试飞中获得成功，时速为10公里。从飞艇括动开始，飞行受人的意志控制，是人类航空试验的一个大进步。

1900年，德国人齐伯林用轻金属为骨架，制造了一架长130米的大型硬式飞艇LZ—1，仍以氢气为升空浮力，于7月2日试飞成功。除驾驶员外，飞艇还携带了五名乘客。

气球和飞艇体积庞大，不仅行动笨拙，受气候影响大，而且，充满囊中的氢气，极容易引起爆炸。这些危险的缺点，使人类开始寻找一种更为安全、实用的上天方法。

1903年12月17日，美国俄亥俄州的威尔伯·莱特和奥维尔·莱特兄弟俩研制的、以12马力功率内燃机为动力的双翼机“飞行者号”，在大西洋边的比卡罗里纳州基蒂霍的沙丘上作试飞，这是人类在可操纵的重于空气的、有动力的活塞飞机上所作的第一次持续成功的飞行。尽管升空飞行仅持续了59秒，但却宣告了一个新时代的到来。在喷气式飞机出现之前，“飞行者号”的飞行原理一直被沿用，其双机翼的造型成了20世纪前30年飞机的典型特征。

第一次世界大战是飞机成长的一个重要时期。飞机第一次在战场上投入使用，飞机的性能也在战争中得到很大发展。战争初期，飞机时速一般约60公里，到战争结束时，战斗机的时速已达240公里。

随着飞机航速的不断变快，双翼机使得空气对机体的阻力剧增，双翼反成为一大缺点。于是以铝合金制成的单翼逐渐开始替代以木头和金属骨架覆以布和合成板构成的双翼，这是飞机制造史上的一大变化。

一战的结束，使大量的军用飞机和飞行员转入民用航行，飞机逐渐被广泛地用作交通工具。从某种意义上说，航空作为一种普遍意义上的交通方式，应该是从这时才开始的。

本世纪 30 年代，是飞机实现现代化的重要时期。在这段时期里，单翼机对双翼机的替代取得了决定性的胜利；莱特兄弟螺旋桨式飞机臻于完善；一系列先进的技术，如可收放式起落架、增加升降时机翼升力的襟翼和缝翼装置等开始采用；30 年代末 40 年代初，喷气式飞机和直升飞机开始出现……世界各国特别是主要航空国家的航空技术水平也迅速发展。

世界上第一架喷气式飞机诞生于 1939 年 8 月二战前夕的德国。1941 年，英国一架格洛斯特 E28/39 型喷气式飞机也飞行成功。这种飞机的发动机是弗兰克·惠特制造的，他至今被人尊称为“喷气发动机之父”。喷气式飞机的出现是飞机制造史上的一次重大革新与进步。一方面，喷气式飞机克服了螺旋桨式飞机所无法克服的“音障”问题，使飞机的超音速航行成为可能，极大地提高了飞机的飞行速度与效率；另一方面，喷气式飞机减少了螺旋桨式飞机的许多负荷，轻而有力，由此产生了过去不可想象的巨型飞机，飞机的运输能力大大提高。喷气式飞机的这些明显的优势引起了世界各国的关注。第二次世界大战以后，世界各国的飞机制造都纷纷采用喷气式技术，出现了一场航空领域的“喷气式革命”。以此为契机，世界航空运输业迅速地发展起来。

英国人德·哈维兰在二战期间设计的“彗星”号飞机是世界上最早的喷气式客机。这种飞机于 1952 年开始投入实际运营，后因连续发生两次爆炸而停止使用。1954 年夏天，美国波音公司制造的 707 型客机，运载一百多名乘客在大西洋上作不着陆飞行，横越太平洋时，中间也只着陆一次。1958 年 10 月，波音 707 飞机正式投入到横越大西洋的航线上使用，受到人们的欢迎。波音公司从此登上了世界客机制造业的王座，至今它仍是世界上技术最先进的飞机制造企业之一。其最新研制的波音 777 型飞机以其独特的设计、先进的性能被认为是为 21 世纪制造的未来型飞机。

在世界航空技术突飞猛进的时候，处于半殖民地半封建社会的中国的飞机研制工作却进展缓慢。1910 年，旅美华侨冯如在美国制造的一架双翼机是中国人制造的第一架飞机。1918 年，北洋政府海军部在福州马尾海军船政局设立的海军飞机工程处（后改为海军制造飞机处）是我国历史上第一个正规的飞机制造厂，前后 20 年共设计制造水陆飞机 17 架，仿制 16 架。1929 年，“中国航空公司”成立，标志着中国航空运输业的开始。

建国四十多年来，我国飞机制造从小到大，从修到造，从仿制到自制不断地发展起来。我国自行研制的多功能、超轻型“蜜蜂”、“蜻蜓”型飞机已开始出口他国。为了加强国内、外联系和交往，我国还不断开辟新航线、延伸旧航线，增加航行班次，加大航行运输量，航空运输发展得极快。目前，我国已开通国内国际航线二百多条，与世界各大洲及主要国家都有航空联系，四通八达的航空运输网络初步形成。

飞机的发明与应用，使人类摆脱了水陆交通的局限。实现了遨游天空的梦想。发展至今，已成为构成人类水陆空立体交通的重要工具。特别是在小宗、急件、快速、长距离的客、货运输中，航空运输可谓风流占尽。

21 世纪飞机的发展，主要在于电子控制技术的普及、紧急情况的自动化处理及地面指挥、导航技术等方面的突破。至于航天飞机、太空飞船等新的

交通形式，无疑是未来发展的必然趋向。

世纪的交通趋势

进入 20 世纪以来，世界交通运输技术的发展，可谓是日新月异，其变革的速度之快，也是前所未有的。那么，到 21 世纪，世界的交通将怎样发展呢？我们认为，绿色（无污染或低污染）化、高速化、智能化以及舒适、便捷是 21 世纪交通发展的基本趋势。

自行车不会走进博物馆

自行车自 1839 年问世以来，至今已走过了一个半世纪的历程。发展至今，全世界自行车年产量已达一亿多辆，其中亚洲占 70%，而我国自行车产量就占了世界总产量的近一半，目前我国平均每三人就拥有一辆自行车，不愧是自行车王国。

纵观当今自行车的世界潮流，山地车/全地形车已成为世界自行车的主流。该车自 80 年代问世于美国的海岸，现已遍及欧洲、日本、澳洲和广大第三世界国家。目前，山地车/全地形车及其派生车款式多达上百种，已占世界市场的 50~60% 以上。

进入 90 年代，随着人民生活水平和现代化技术的不断提高，自行车的品种日新月异，性能不断提高，山地车的档次和品种也在不断增加，为使山地车在越野骑行中更为舒适、安全，国际市场上正兴起一种带避震装置的山地车。

为了达到车体自重轻的优势，许多厂家已不仅把铝合金用于车把、链轮曲柄、前后轴壳、闸、车圈、脚踏等零部件，而且扩大应用于车架、前叉；甚至用钛合金和碳纤维制造车圈和车架，从而保证了强度，减轻了重量。最近，日本、美国及台湾的一些自行车厂商采用碳纤维制造的自行车，重量仅 1.6~2.4 公斤，令人赞叹。

为了达到骑行轻便的目的，变速自行车的变速比不断增多，由原来的五速、10 速发展到 18 速、21 速，不少车已发展到 24 速，而且车把也集变速、制动、导向于一体，使调速时，手不必离开闸把，从而保证导向和制动不受影响，以确保安全。达到骑行轻便的另一途径是利用发动机助动。近年来在我国部分城市，助动自行车发展较快，上海、杭州、青岛等城市的一些助动自行车厂先后生产了几十万辆助动自行车。这些助动自行车最高车速多在 25 公里/小时左右，油耗在 1.5 升/百公里以内，质量好、性能稳定，深受消费者欢迎。

美观大方也已成为 90 年代自行车发展的重要标志。自行车除五颜六色的漆膜涂饰外，包塑产品也有了新的发展。此外，产品规格越来越齐全。如 MTB 山地车，最小的 16 英寸，最大的 26 英寸。车架也各种各样，有菱形的也有非菱形的；有前避震的、后避震的，也有前后混合避震的。各厂家都以新的款式和表面装饰来赢得消费者的青睐，以提高在市场上的竞争力。

然而，随着汽车工业的发展，汽车进入家庭已成为不可逆转的趋势。特别是在欧、美发达国家，家庭汽车已成为现实，而到 21 世纪，汽车也将走进发展中国的家庭。那么，自行车是否就将从此退出历史舞台，被推进 21

世纪的博物馆呢？我们认为情况恰恰相反，这种便捷、无污染（助动车除外）的交通工具，即使在汽车大发展的 21 世纪，仍有其广阔的市场。

自行车之所以不会被汽车挤下历史舞台，是因为它与汽车相比，存在着许多优势。

一是便捷。骑自行车不受时间影响，受空间、地域的限制也很小，不像公共电汽车那样受发车时间、间隔、行车路线的制约。在交通拥挤使汽车举步维艰的城市，体积小、重量轻、灵活方便的自行车却可以“见缝插针”、游刃有余。

二是便宜。自行车的价格与汽车相比，仅只有其几十分之一甚至几百、上千分之一，这个价格比的悬殊，是相当具有魅力的。特别是像我国这样的发展中国家，时下买得起汽车的人甚少，能玩得起摩托的也不是太多，而买一辆自行车仅需三四百元，即使是漂亮时髦的山地车、变速车，也仅需七八百元左右，一般的工薪阶层都能承受得起，还省去了挤公共汽车的许多麻烦。

三是骑车有益健康。骑车是一种极好的锻炼身体的体育运动，男女皆宜，老少受益。即使在城市交通现代化程度很高、私人汽车十分普遍的发达国家，自行车仍然颇受欢迎。例如作为世界汽车大国之一的德国，1993 年自行车销售竟达 55.5 万辆之多，目前拥有自行车 6000 万辆。

四是体积小，便于存放。对于家庭来说，小巧的自行车不象私人汽车那样，还得建造专门的停车库或停车场，只要你认为安全的地方，就地安置即可，甚至可以置放于家居室内，省下了许多的空间。

五是无污染公害。以燃烧柴油、汽油为动力的汽车，产生的噪声、污染气体已成为当今城市环境的一大公害，而作为一种重要的绿色交通工具，自行车在这方面却显出了其独特的优势。有人认为，在新的无污染交通工具——电动车问世和普及以前，自行车依然有着广阔的市场和发展前景，至少在百年之内不会被淘汰。

除以上五个优点外，自行车还因主要依靠人力驱动，无需燃烧燃料（助动车除外），因此日益迫近的能源危机对它也不构成威胁。鉴于上述这些优点，我们可以认为，自行车是短距离交通的最佳选择。由于它具有便捷、便宜、健身等其他车辆不具备的特点，即使在电动车普及的时代，自行车仍将具有广阔的市场。

21 世纪，自行车仍将魅力无穷，前景光明。

汽车将找到新的动力能源

安全、舒适的生活始终是人类追求的目标；洁净、优美的环境，则是生活舒适与安全所不可缺少的条件之一。

然而，众所周知，汽车是依靠燃烧汽油或柴油来产生行进动力的。汽车在燃烧燃料时又产生了大量的废气排入大气环境中，这使得它在造福人类的同时，又成为一种大气环境的污染源。长期以来，人们却对于汽车尾气是否对大气环境造成危害不曾介意。直到 1943 年，美国洛杉矶地区突然出现一种严重危害植物、使人眼和咽喉刺疼、使受力橡胶件产生断裂的奇怪烟雾，而日逐年加重，这才引起美国社会舆论及政府的重视。经过 15 年的研究，才发现这种含有大量臭氧（ O_3 ）的光化学烟雾，正是由于当地 250 万辆汽车所排放的 1000 吨碳氢化合物、400 吨氮氧化合物汇集于洛杉矶这样一个经常呈现

静风、逆温的狭谷地带上空，经强烈阳光照射而形成的二次污染物。这一结论的证实，首次向世人揭示了汽车排气对大气污染危害的严重性。

汽车排放的污染物因其所使用的燃料不同而有差异。汽油车排放的主要有一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物、二氧化碳和颗粒微尘。此外，还有少量的二氧化硫、醛类、三四苯并芘等。柴油车排放的污染物与汽油车类似，但由于柴油车的燃烧过程与汽油车截然不同，其排放污染物的情况也有所不同。柴油车颗粒物排放量是汽油车的 50 倍，但其二氧化碳、碳氢化合物的排放量却大大低于汽油车。

由于汽车越来越多，汽车污染也呈现越来越严重的趋势。根据对全球汽车保有量、排放量的统计：1990 年全球汽车保有量为六亿多辆，预计到 2000 年将达到 8 亿多辆；全球汽车的大气污染物排放量，也将由 1990 年的四十多亿吨增加到 2000 年的五十多亿吨。我国汽车保有量与发达国家相比尽管显得非常小，但到 2000 年预计也将达到 1500 万辆。我国的汽车主要集中在城市，而且汽车的单车排放量大，加上一些大城市道路建设缓慢，汽车运行速度低，堵车现象严重，使交通干线上汽车排放的污染物浓度常年都很高，污染严重。

世界上针对汽车排放污染物的严重局面，采取了一些综合性控制措施。如改进装置，控制污染物排放；采取废气净化技术等。然而，这些措施仍不可能根本杜绝汽车废气的污染，而发展中国家由于经济实力所限，还没有能力和余力致力于排污控制与净化问题的研究。这表明，燃料汽车面对追求洁净、舒适、安全环境的 21 世纪，将是一种危机，寻找一种安全、无污染的能源代替柴油、汽油作为汽车的动力，是今后研究的基本方向。

另一方面，经过一百多年的挖掘，油井已呈现日渐枯竭的迹象。尽管至今仍有不少新的油田被发现，然而油气的总体储量总是有限的，而人类用于汽车和机器的油料消耗却是一个无底洞，而且需求量越来越大。1980 年，全球石油钻探业者共找到新油源 150 亿桶，世界各国同年耗用旧有油源就达 100 亿桶。而一些发达国家无节制地用油，也加重了问题的严重性。今天，世界石油总产量的 1/3 为美国所耗用。据估计，美国一年所耗用的石油，大自然需要用 1500 万年去创造。而全球的石油在未来的不到 100 年的时间内将最终枯竭。如果能源仅指石油而言，那么能源危机已是一个不争的事实。

面对这种局面，21 世纪的汽车将如何发展？这是一个值得思考的问题。寻找一种新的、无污染的能源作为汽车的动力，将是今后必要而且必须面对的研究课题。

为了解决汽车燃料的危机，各国的科学家进行了许多有益的探索，以寻求新的出路。美国的一些未来学家曾预测“酒精汽油”是我们解决未来汽油短缺问题的答案。卡特总统在宣布对苏联实施谷物禁运后，就曾以生产“酒精汽油”作为解决国内玉米滞销问题的办法。然而所谓的“酒精汽油”事实上是一个“跳向灾难的跳板”，决不是长久之计。就美国而言，要生产一加仑乙醇酒精，就要其农民耗用 2.3 加仑的汽油，何况“酒精汽油”仍无法解决污染问题，反而在生产“酒精汽油”的过程中将排出更多的污染气体。有人提出利用压缩天然气作为未来汽车的新能源，然而世界的天然气蕴藏量也毕竟有限，仅够我们挨过二十余年。

就目前来看，讨论的较为成熟的方法是利用太阳能和电来驱动汽车。太阳能和电力用来驱动汽车，不仅是一种零污染的能源，而且取之不竭、用之不尽。利用太阳能驱动汽车实际上是利用特殊材料把太阳能转换成电能来驱

动汽车，运行中不产生任何污染。电能可来源于水力发电站，也可来源于核电厂和火电厂。核电厂只要运营得当，污染甚微；火电厂尽管污染较大，但其所生产的电力在未来的电力结构中仅占极小的比例，因此，电能总体来说是一种相当洁净的能源。

无疑，太阳能和电能尽管是两种洁净、永恒的能源，但用它们来驱动汽车，目前仍存在着许多技术上的问题。例如，如何更充分地利用太阳能？如何提高电动车的速度？如何延长蓄电池的续航时间？等等。尽管存在这许多问题，但随着科技的进步，这些问题正在逐步得到解决。一俟这些问题得以解决，汽车电动化和太阳能化的时代就将到来。

我们深信，电气化时代即将在 21 世纪出现。到那时，燃料汽车将作为“上个世纪的遗迹”送进历史博物馆，而光化学烟雾也将彻底从地球上消逝。

高速公路将进入飞速发展时代

公路交通的出现尽管只有一百多年的历史，却取得了突飞猛进的发展，成为人们使用最广泛、接触最频繁的一种运输方式。汽车的出现与普及，深刻地改变了人们的生活方式，美国就被称为“汽车轮子上的社会”。

与铁路交通相比，公路交通在造价上占有明显优势。此外，公路运输还具有机动灵活、能实现从门到门运输等铁路、航海、航空等所不可企及的优势。且能通达穷乡僻壤、没有航运、不通铁路的地方；它不受航班或班次的限制，且能快速直达，符合现代社会快节奏、高效率的需求，是空间和时间利用上自由度最大的一种运输方式。因而公路汽车运输以它特有的魅力赢得了世人的青睐。

然而，早期的公路交通运输因路况、管理等问题，运营速度很慢，在长距离的运输中处于明显劣势。进入本世纪以后，随着高速公路的出现，公路交通的劣势地位有了很大的改变。高速公路运输的速度已不亚于甚至超过了铁路。

随着经济的发展，各主要工业国家纷纷投放巨资修建公路，特别是技术等级高的高速公路，使其公路既成为交通的毛细血管，又成为运输的大动脉。例如，美国有公路 620 万公里，其中干线公路约 57 万公里，高速公路 7.2 万公里。稠密的公路网是实现面上运输的毛细血管，而干线运输特别是高速公路，是通行能力大的公路网的骨架或主干线，它与铁路和水运主航道一样，能起到运输大通道的作用。

由于高速公路具有质量高、运输速度快等优点，日益得到世界各国的关注。预计到 21 世纪，高速公路将成为公路运输的主要承担者和最繁忙的交通线路之一。

然而，高速公路的普及也不能完全解决交通问题。随着汽车的日益普遍和家庭化，交通拥挤、安全事故等成了世界性的令人头疼的问题。据统计，美国公路上，合计每行驶一亿英里就有一名司机死于交通事故，其中 90% 的事故是由于驾驶失误造成的。通过修建新的高速公路来解决日益增多的交通问题并非总能奏效，因为这需要占用大面积的可耕地，甚至居民密集区的土地。

那么，怎么解决 21 世纪因车辆的增多而不可避免的交通拥挤问题呢？一些专家认为，较好的办法是设法增加现有高速公路的通行车辆密度，建造自

动化高速公路系统，研制和发展由计算机驾驶的汽车，使汽车能快速、安全又畅通无阻地行使在原已十分拥挤的公路上。

到 2050 年，在自动化高速公路上，所有车辆将一起以 100 公里/小时的速度成阵列式前进。在美国，也许 2020 年首批这种公路将投入运行。在自动化高速公路上行驶的汽车均带有用于监测交通情况的传感器，装在汽车内的计算机可以控制汽车的启动、速度、方向和刹车。前后车辆可以通过无线电互相交换信息，使车与车之间维持最佳间距。公路上也装有计算机，用于监探公路整体行驶状况，它们根据各辆车行驶的目的地，安排各自进入相应的车道。当某辆车需要离开正行驶的道路时，计算机会合理进行调度，使该车安全驶入出口。

阵列式行驶的自动化高速公路将大大增加每条公路上的车流量。据专家估计，在未来的自动化高速公路上，每条单行车道每小时至少可以通过 6000 辆机动车，是目前高速公路单行道上车流量的三倍。而且，用计算机驾驶汽车，行车平稳且功效高，不仅大大降低了事故率，也大大减少了耗油量，废气的排放量也因此相应减少。

近年来，美国的一些专家和学者对自动化高速公路系统和无人驾驶汽车的关键技术展开了研究并进行了一系列实验，取得了不少令人欣喜的成果。

加利福尼亚大学运输学院的张卫彬研究的自动驾驶系统是沿公路设置磁性标志，使带有对应装置的汽车能感应它们。这个以磁铁的两极作为二进制码的系统能将公路上的情况及时传递给汽车上的计算机。这些信息包括：汽车前方的物体、到下一个拐弯处的距离、道路的坡度等等。如果某些标志有损坏或汽车某刻没有收到信号，汽车片刻后仍会收到再次重复播出的信息。汽车上的计算机根据收到的信息并结合当时的天气资料迅速将汽车调整到最佳安全行使速度。在实验条件下，整个系统运行良好，但因在一些方面如磁场干扰等还存在许多需解决的问题，离正式启用还要假以时日。

由计算机来控制汽车速度较为困难。它需要研制一种性能优良的传感器，必须能精确测定与前面汽车的距离与逼近速度，并能在各种情况下准确无误地工作，而且造价还要低。里士满的史蒂夫·什莱多弗和他领导的实验小组所研制的小型雷达，已能在与前方车辆相距几米的情况下正常工作。1994 年他们在一条分隔开的道路上成功展示了由计算机控制的阵列式行车试验。参加试验的四部车都由自己车上的计算机控制油门，以此产生必要的加速和减速。

但用计算机还不能操纵刹车，还得由驾驶员驾驶。只有在自动刹车系统的安全可靠性得到完全确认后，研究人员才能放心地让计算机完全控制汽车。

在阵列式行驶中，车上的计算机通过无线电保持相互联系。最前面的车出现情况时，紧跟其后的各辆汽车均能及时作出反应，并进行调整，而不是只有当自己前面的那辆车发生情况时才作出反应。研究者一直在改进计算程序，以使任何外界干扰均不会被传递或放大，而是在阵列车中渐渐消失。

然而，无论自动驾驶系统的设计如何完善，在阵列式高速行驶时完全无碰撞也是不可能的。虽然碰撞不可避免，但未来的计算机内存储的程序仍可及时作出安全调整。突然情况发生时，计算机系统可以将这种强烈冲击化解为一连串微碰撞，从而避免使头辆车承受猛然的正面冲击。

科学家们所取得的研究成果使 21 世纪的自动化高速公路出现了曙光。诚

然，自动化高速公路的建成还需解决诸多问题，如经费、技术的完善、责任等，但曙光既露，高速公路自动化的到来也将不很遥远了。

高速铁路充当陆上交通的骄子

自 1825 年英国建成世界上第一条铁路，使陆上运输进入“铁路时代”以来，铁路就强有力地推动了 19 世纪资本主义工业化的发展。如果说在 20 世纪里，高速公路和航空运输的迅猛发展使西方发达国家的传统铁路客货运输业相形见绌、衰败不堪的话，专家们预言，在 21 世纪，铁路运输将随着“高速铁路”的兴起而重展雄风，世界将近入“高速铁路时代”。

何为高速铁路？目前，人们把行车时速在 200 公里以上的铁路称为高速铁路。在运行中，列车的速度涉及到机车车辆、线路桥梁、通信信号、运输组织管理等各个环节，也就是说，列车速度是机、车、工、电、辆五大系统技术水平先进性的反映。因此，高速铁路的技术是新型牵引机车、高性能轻型车辆（车厢）、高速线路结构、运行自动控制和行车严密组织等一系列新技术的成果。

世界上第一条高速铁路是花了五年时间、于 1964 年 10 月 1 日建成通车的日本东海道新干线（从东京到大阪），运行时速为 210 公里，比以前的特快列车运行时间缩短了一半。现在时速又提高到了 270 公里，从东京到大阪同 30 年前的特快列车运行时间相比较，差不多缩短了 2/3。如今这条日本太平洋沿岸的大动脉新干线又增加了山阳、东北和上越等线路，构成了高速铁路干线网。平均每天运送旅客达 75 万人次。东海道高速列车新干线总长度已达 1835 公里，1993 年全年共运送旅客 2.76 亿人次。客运时间的缩短节约了日本国民大量时间，创造了良好的经济效益。

1995 年启用的日本新铺设的东京到新泻的新干线，设计时速为 350 公里，是当今世界上最快的列车之一。据报道，日本将修建五条高速铁路新干线，一旦建成，从北海道的札幌到九洲的鹿儿岛，将形成一个日本列岛的高速铁路网络。

日本高速铁路的建成和通车所产生的巨大经济效益，使各国政府和公众对这种速度快、舒适度高、经济便利的新型交通方式刮目相看。继日本之后，许多国家都竞相发展高速铁路，使高速铁路不仅成为发达国家的时尚，也成为发展中国家实现交通运输现代化的必然选择和趋势。

法国于 1967 年开始提高列车运行速度，到 1980 年，时速 200 公里以上的线路已达 900 公里；1983 年，全长 427 公里，时速达 270 公里的东南线全线开通；1985 年开始兴建的大西洋高速铁路干线（从巴黎到波尔多）于 1989 年通车运营，时速达 300 公里；1993 年 8 月，巴黎到里尔的北方干线通车，时速可达 320 公里。上述三条高速铁路的开通运营，大大减少了高速公路的堵塞现象。法国政府还准备大力发展高速铁路运输，到 2015 年，法国将形成联系全国的高速铁路网络，总长将达 4000 公里。

耗资 167 亿美元的英吉利海峡隧道于 1993 年 6 月建成，1994 年 5 月正式通车。乘高速火车通过这条长达 50 公里的海峡仅需 30 分钟，从巴黎到伦敦只需三个多小时，从此，高速火车往返于伦敦——巴黎——布鲁塞尔之间。目前，法国、比利时、荷兰和德国正在联合修建巴黎——布鲁塞尔——阿姆斯特丹——科隆——法兰克福之间的高速铁路。

德国把发展高速铁路作为实现铁路现代化的根本途径。第一条高速铁路（汉堡——法兰克福——斯图加特—慕尼黑）已于 1991 启用。第二条高速铁路从汉堡至不来梅经维尔茨堡和纽伦堡到慕尼黑，于 1992 年 5 月建成通车，时速为 250 公里，在经过原有铁路部分时，时速维持在 200 公里。德国和日本的高速列车载客量比法国大，但是速度低于法国。

意大利的高速铁路开通于 1988 年，行驶于罗马到佛罗伦萨之间，时速 300 公里。

英国和西班牙也已经有了自己的高速铁路。比利时、荷兰、瑞士、葡萄牙、奥地利和挪威已着手修建高速铁路。俄罗斯、波兰和捷克也制定了高速铁路计划。欧洲联盟已制定出欧洲高速铁路网发展大纲，并拟投资 760 亿美元，在 2010 年到 2020 年建成四通八达的西欧高速铁路网络，并与计划中的波兰到圣彼得堡和莫斯科的独联体高速铁路网相衔接。

在美洲地区，美国、加拿大和巴西也都在积极规划高速铁路的建设事宜。美国国会于 1991 年通过新运输法案，把高速铁路列为优先建设项目，并有 12 个州计划集资建设高速铁路。目前，美国已建成了东北走廊的高速铁路线，列车运行时速 201 公里。但到本世纪末，美国预计至少将拥有 3000 公里高速铁路。

在亚澳地区，除日本外，目前第一个大规模的高速铁路项目是韩国的汉城——釜山线，全程 400 公里，已于 1992 年 6 月动工，计划在六年内建成。澳大利亚、马来西亚、印度、土耳其等也已开始有这方面的打算。

我国的高速铁路也已经提上议事日程。作为中国高速铁路“试验田”的广州——深圳准高速铁路已于 1994 年底建成通车，全长 147 公里，时速为 160 公里，大大提高了运输能力。

为什么世界各国要纷纷投资兴建高速铁路？这主要是因为，在经济与科技日益发展的今天，传统的铁路运输已远远不能满足需要，高速公路堵塞现象在发达国家日渐严重，空中运输方面又往往候机时间过长，特别是空难不断令旅客提心吊胆。而交通运输如果不能得到很大改进，经济的大发展势必受到阻碍。高速铁路的优势，就在于它运行速度快，安全度高（高速铁路运行 30 多年来，还没有出现旅客伤亡事故），而且，高速铁路较为节能、经济、舒适、方便、省时，又可减轻环境污染，因此，吸引了工业发达国家投资建设。

仅从经济效益上看，高速铁路单向输送能力是航空的 10 倍，是高速公路的五倍，而成本只有航空的 $1/5$ ，高速公路的 $2/5$ 。高速铁路的人均能耗仅为小客车的 14~16%，是飞机的 10~20%。这就难怪它会受到各国的青睐了。

看来，发展高速铁路，不仅要成为发达国家的时尚，而且也将成为发展中国家的必然选择和趋势。21 世纪是“高速铁路时代”，决非妄言。

世纪的新型交通工具

随着经济的不断发展，科技的不断进步，人们对于生活的质量及生活环境的要求也越来越高。而随着人民生活水平的提高，各种类型的机动车辆也急剧增加，导致了越来越严重的空气污染问题。燃料车辆的污染问题已日益引起世界各国环保部门的重视，各国政府也都根据各自的实际情况采取了一些措施，以防止问题继续恶化，如限制某些燃油车辆的发展、采用新技术净

化车辆排放的废气等等。

然而，消极的限制与防范是不能彻底解决问题的，要使 21 世纪保持一个较为洁净的环境，研制和发展、普及低污染、无污染的新型交通工具势在必行。诚然，在进入 21 世纪之初，要短期内废弃传统的交通工具是不现实的，因此，采取一些新技术对传统车辆进行改造，以减少其污染物的排放量，仍然是有效而且必要的手段。然而，发展和普及新型交通工具，最后以之取代高污染的传统交通工具，这才能真正满足新时代的要求。

展望未来，我们认为，21 世纪的新型交通工具与传统的交通工具相比，至少有以下几个特点：一是能耗小，低污染或无污染。由于太阳能利用技术和蓄电技术研究的突破，许多燃油交通工具改以电能和太阳能作为动力能源，消除了运行中产生的污染；仍然以燃油为动力的工具也因技术的改进而大大降低了污染物的排放量，这是环境保护的必然要求。二是营运速度大大加快，运输效率极大提高，“高速”是 21 世纪交通的基本特点。三是技术应用水平越来越高，交通工具日益向智能化和计算机化发展。

这里仅对目前已取得相当研究成果，有望在 21 世纪普及的新型交通工具，向读者作一简单介绍。

“绿色产品”——电动摩托车

摩托车自其发明以来，发展很快。特别是随着人民生活水平的提高，这种比自行车快捷、比汽车轻便的轻型现代化交通工具，日益走进千家万户，尤为青年人所喜爱，成为一种时尚。然而，由于燃油摩托车本身不可避免的污染问题及其管理的困难性，一些国家的大城市已经逐步开始限制摩托车数量的发展。以电力代替燃油作为车辆行驶动力能源的电动摩托车，就是为解决上述矛盾而开发、研制的。

为了迎合人们的审美观和放置蓄电池的需要，大部分电动摩托车都采用类似于现行踏板摩托车的车体。这种车体不仅造型美观，而且可以减小空气阻力。由于目前电动摩托车大都采用铅酸蓄电池，不仅自重大（占整车重量的 40% 左右），而且体积大，因此，设计中必须考虑加强车架的强度，注意载荷的合理分配，以确保车辆运行平稳和安全可靠。同时，由于整车重量的增加而导致惯性增大，制动系统的可靠性与稳定性也必须加以考虑。

电机作为驱动车体前进的动力机械，是摩托车十分重要的组成部分，可分为直流电机和交流电机两种。由于直流电机便于调速和控制，并兼有控制系统简单、成本低廉等优点，因此，目前直流电机的应用较为广泛。然而，直流电机的缺点也是明显的：在功率相同的情况下，购置成本要比交流电机高，且质量、体积指标远不如交流电机，而且单位功率的耗能也高；另一方面，其制造和维修的工艺性与经济性不如交流电机，检测和保养也甚为不便。所以，许多电动汽车采用的是蓄电池——逆变器——交流电机的方式。但对于体积小、重量轻的电动摩托车来说，不宜安装逆变器，而应采用直流电机为宜。

控制系统的主要功能是调速，并控制各种信号。一般电动摩托车是利用晶闸管和功率晶体管来进行斩波调速的，以 100 ~ 1000 次/秒的脉冲对直流电动机的磁场进行控制。通过控制电枢端电压和电枢电流就可以控制转速并控制扭矩。另外，控制系统还起着控制灯光、信号、制动时切断电源等作用。

对电动摩托车是否需要传动系统，目前还存在争议。一种观点认为只要合理利用电动机的参数，就可以直接用电机驱动车轮，通过控制电机的转速来调整车辆的行驶速度；另一种观点认为，电机起动低速时扭矩大、高速时扭矩小，为了充分发挥电机的性能，应该配备传动系统。究竟哪一种方法更为科学，还有待于进一步探讨和研究。

与燃油的传统型摩托车相比，电动摩托车具有很多优点：

其一是零排放、低噪声。电动摩托以电作为驱动能源，运行时不排出任何废气。而且，由于没有发动机工作时的噪声，其整体噪声也明显低于燃油摩托车。这对于注重环境保洁与安静的未来社会来说，无疑是一种值得推广的交通工具。

其二是能源来源广。石油资源的日趋不足使燃油车辆日益感到能源危机，而电能却来源广泛，可通过原子能和水力发电等多种途径获得。而且就能源利用效率而言，电动车也高于燃油车。

其三是维护保养费用低。燃油摩托车出现故障是不可避免的，每辆车每年所需付出的维修费就相当可观，而电动摩托车除定期充电外，基本无维护和保养问题。

其四是安全性能好。只要确保蓄电池不漏电，就可以保证电动摩托车的安全，杜绝了汽油车烧车和爆炸的危险。

然而，尽管电动摩托车有着上述许多的优点，但它也存在不少至今还没有克服的缺点和技术上的困难，因此迟迟无法普及，发展缓慢。这些缺点和困难主要有：

第一，续驶能力不足。目前电动摩托车的续驶距离一般仅为 60~80 公里，远远赶不上同档次的燃油摩托车。其关键原因在于目前的电动摩托车采用的大多是铅酸蓄电池，这种蓄电池尽管工作性能可靠、价格低廉，但质量能（量）（即每千克的电池能够提供的能量 wh/kg ，这个指标决定了电动车辆的续驶能力即一次充电能够行驶的距离）太低。所以，选择质量能（量）较高的电池是电动车设计中应该首先考虑的问题。

第二，充电不方便。一是充电时间过长，一般都要在几个小时以上，远不如燃油车的加油来得快捷、方便；二是无专门充电站，即使某些蓄电池具备快速充电能力，也暂时无处可充电。如果恰在中途耗尽电能，就要造成人推车走的“车骑人”的尴尬局面。

第三，成本偏高。由于电机的一些关键部件成本较高，再加上还没有投入批量生产，致使电动车售价偏高。

第四，蓄电池寿命短。普通铅酸蓄电池的寿命长短与用户的使用、维护关系密切。现有铅酸蓄电池的寿命一般为 1~2 年，显然偏短。

尽管如此，电动摩托车作为一种绿色产品取代燃油摩托车的主导地位还是在所难免的，这只是时间问题。当然，这还得取决于电动车技术的发展。

从长远发展的角度看，今后电动摩托车的研究必须解决如下几个方面的技术问题：

首先是开发新型动力型蓄电池。蓄电池所存在的技术缺陷是导致电动摩托车发展缓慢的主要原因，因此，开发新型的动力型蓄电池对于电动摩托车的开发和普及至关重要。这种新型电池必须在质量能（量）、体积能（量）（即每升容积的蓄电池能够提供的能量 wh/l 。它决定了蓄电池占据车内空间的大小）、质量功率（即每千克重量的蓄电池能够提供多大功率 w/kg ）。

它决定电动车的加速性和最高时速)、寿命和价格等五个指标上有大的突破与提高,以延长电动车辆的续驶距离、减轻车体自重、提高时速与加速性能,并使其在价格上具有竞争实力。自然,快速的充电性能也是十分重要的,没有人愿意为充一次电而等上半天。在这种新型电池的开发上,美国和日本都进行了大量的研究,并取得了可喜的进展。据报道,美国飞轮系统公司设计研制的飞轮蓄电池已可使电动车的续驶距离延长三倍,寿命长达 25 年,而完成一次能量补充仅需 15 分钟。

其次,运用新型材料减轻车身质量。除采用新技术提高蓄电池的质量能(量)、体积能(量)和质量功率,以减轻蓄电池的体积和重量外,可用新型材料制成轻量化车身,轮胎、车轮,制动器等也应轻量化。这样既可大大减少电动车辆在运行中因自重所造成的负荷能耗,又可使电动摩托车更加体现出其作为轻型交通工具的轻便特点。

另外,实现低成本化、建立配套设施等,也是今后电动车发展中应重视的问题。

科学技术发展到今天,重视环境保护已成为世人的共识,任何污染环境的行为都越来越受到公众的指责。电动车是当今唯一最有希望的绿色产品之一,各国政府、科研机构、企业都不惜耗费大量的人力、物力进行研究,着手解决各个关键技术。所有这些表明,电动车时代的到来已指日可待。

“绿色”自动化汽车

如何解决汽车的污染问题,是世人所关注的问题之一,尽管为减少汽车燃料消耗和排气污染采取了许多技术措施,但基本只是改良性质,治标而不治本。汽车还在不断增多,能源和环境问题日趋尖锐。采用新能源代替石油燃料的呼声也随之越来越高。

科学家们经过多年的研究和试验,近年来研制出了几种以新能源为动力的无污染车辆,尽管技术还有待完善,但毕竟给人们带来了希望。电动汽车和太阳能汽车便是这些处于试验开发阶段的车辆中的两种。

电动汽车是用车载蓄电池作为动力能源的汽车。作为一种新型的绿色交通工具,它具有零排放、低噪声、能源补充来源广等优点。但研制电动车的根本问题,一是要研制出高效能的蓄电池,二是要配置一种快速方便的充电系统。

在这两大难题的研究上,目前都已有了突破性的进展。比如,日本日产公司研制的 FEV 电动小客车采用 23 个 12V 的镍镉电池作动力能源 输出电压 280V,容量为 16 千瓦/小时。电池充电采用 100V 超快速充电,补充充电达到 40%时只需六分钟,这与汽车加油时间相比并不逊色,完全充电后的续驶里程以 40 公里/小时等速行驶时为 200 公里。日本电动车研究会主持开发的 IZA 电动小客车则采用 24 个镍镉电池,输出电压为 288V,容量为 28.8 千瓦/小时,最大时速可达 180 公里/小时,一次充电的续驶里程达 500 公里。但因镍镉电池价格高昂,而且它与镍锌、钠硫等蓄电池一样,可靠性能尚差,因此,上述两种车型离商业化还有待时日。

英国与瑞典合资的 CleanAir 公司与 IAD(国际汽车设计公司)联合开发的 LA301 型混合电动小客车,既能用传统的密封铅酸蓄电池,也能用新型的钠硫和镍镉蓄电池。其特点是安全、可靠,且能适合大众消费水平,具有商

业化生产前景。

在社会以及各国政府的关注下，各汽车制造商都进行了电动车的开发工作。我们有理由相信，性能更优越、实用性更强的新一代电动车将成为 21 世纪城市重要的交通工具。

太阳能汽车从某种意义上来说，它也是一种电动车。它们之间的区别只在于：一般的电动车所使用的蓄电池需要靠工业电网来充电，而太阳能汽车则带有一套专用的太阳能充电系统，包括随车电网和将太阳能转换为电能的光电元件。这些元件统称为“太阳能电池。”

研制这种带专用太阳能充电系统的太阳能汽车，现在看来已不再是一件异想天开的事，只要能研制出将太阳能转化为电能（太阳能电池）或热能（斯特林发动机）的装置就可以实现。在这种条件下，地球上有一半的空间将有可能利用太阳的光能和热能，无论是北欧地区还是极地地带，利用太阳能汽车都是可行的，更不用说赤道附近地区了。

世界上不少工业发达国家已全面展开了对太阳能汽车的研制，并取得了许多成果。例如，美国“鲍英克”公司研制出了砷化镓太阳能电池元件，在使用太阳光线聚集器的情况下，这种元件可将能量转变效率提高到 37%，已接近于理论上的极限值。日本一家公司研制的晶体硅太阳能电池能量转化效率也达到了 14.5%。

目前，太阳能汽车的研制已接近于成功。其典型样车按结构可分为三类：第一类的外型奇特、轻便（150 公斤以下），空气动力性好，有的带蓄电池组，有的则不带（其电动机直接利用太阳能电池的电能来驱动）；第二类太阳能汽车的车身是以塑料单独制作的，重 500 公斤左右；第三类则是采用批量生产的汽车车身或专用车车身的电动车，这种车采用蓄电池和电动机代替内燃机，车上装有太阳能电池，用以给蓄电池充电，是蓄电池和太阳能电池的良好组合。

太阳能汽车成为国际汽车集团和整个科学界的主攻目标。日本一家公司已造出了第三辆太阳能汽车样车，车重 150 公斤，外形尺寸 $5.9 \times 1.6 \times 1.0$ 米，车身外装有由 2500 片晶状硅片构成的太阳能电池，功率为 1.4 千瓦，该车时速可达 100 公里。专家们拟在下一个型号上装用镍—锌蓄电池，使车速提高到 130 公里/小时，在澳大利亚举办的汽车赛上，由美、德联合研制的太阳能汽车，平均时速已达 110 公里，现已进入商业开发阶段。

如果太阳能汽车的研制工作今后能继续保持当前的进展势头，那么我们可以断言，21 世纪的陆上交通中，太阳能汽车将大显身手，占尽风流。

目前，英国科学家正在研制几种用在未来汽车上的智能玻璃，看来也颇具吸引力。这些玻璃包括以下几种：

有色玻璃。这是一种能控制太阳光的智能玻璃，它能阻挡 84% 的太阳光，可有效地保护车内纤维和装饰品不褪色。

映象玻璃。这种智能玻璃可作车前挡风之用，实际上是未来车内的路线导航、标记和信息系统。司机可以直接从挡风玻璃上了解到所需要的一切信息，还可以在雾雨天气里看到一英里外的景物。

防雨、防光玻璃。这种玻璃表面采用新技术处理，使它容易防水，并降低玻璃对光的反射率。它除用于车窗玻璃以外，主要用作车内各种仪表面罩以防从挡风玻璃上映射进来的光反射到司机的视线。

嵌入天线玻璃。这种玻璃可将无线电天线嵌入其内部，还可将蜂窝电话

或电视机等各种设备嵌入到玻璃里面，这样使车型更为美观，不会因天线而破坏车的整体形象。

无疑，这些玻璃的开发和应用，将会使未来的汽车更为完美。

诚然，未来汽车不仅仅是动力与材料上的变化。正如美国一位汽车制造工程师所预言：21 世纪的汽车将是名副其实的自动化汽车。这种汽车全部由电脑操纵，电脑能用语言指示驾驶人员何时转向、何时加速等。假如驾驶人员在途中打瞌睡，电脑不但能发声予以警告，而且在驾驶人员出现差错、可能发生意外时，还可以自动刹车并收紧安全带。

这种汽车也可以不用人驾驶。在特殊设计的公路上，它可以自动行驶。这种公路装有感应器，装在车上的感应器能接收它们发出的信号，作出相应的自动化操作。其情况与目前大型民航机自动飞行操纵类似。

汽车机件出现问题时，电脑会预先提出警告，让车主修理，车辆始终保持一种良好的使用状态。

“家庭式”列车

专家们预言，随着科学技术的迅速进步和铁路运输的不断发展，铁路列车将会有个质的飞跃。未来的各种各样的高级、舒适、安全的列车将为旅客提供一个良好的旅游环境，那种使人感到宾至如归的“家庭式”列车不再是一个遥远的梦想。

众所周知，发展高速铁路不仅是铁路现代化的一个重要标志，而且它也是现代工业化发达国家用来缓解公路、水运和空中交通拥挤的一个必然趋势。因此，高速列车已成为未来列车的一个重要发展目标。

各国高速列车运行实践证明，高速列车的研究开发是实现铁路高速化的一个极其关键的课题。任何一种高速列车的研制，都必须解决许多技术难点。为了解决这些技术难点，各国在研究中都大量引入相关领域中的众多高新技术，从根本上突破了铁路列车传统设计的条条框框。这些高速列车融合了当今最先进的电子、机械、动力和计算机技术。其流线型的车体和风驰电掣般的速度，使人感觉到它就像一架地面飞机，可以说，“高速”将成为未来铁路列车的一个共同的基本特点。

那么，未来的列车究竟是一副什么样子呢？我们来看看最具代表性的高级列车。

高级列车通常采用各种先进的、舒适性和安全性能高的新型材料来制造和装饰车体内外设施。整节列车厢显得豪华气派，乘坐十分舒适。例如，流线型车体外壳用铝合金或不锈钢制成，地板以耐热阻燃塑料铺设，座椅由高级仿皮人造革、铝合金或玻璃钢制成，聚苯乙烯泡沫塑料及人造板制成的板梁混合结构的宽大行李架造型美观、坚固，等等。

车厢内部布局宽敞新颖，两侧的车窗采用通长的大幅面玻璃从外侧连成一片，视野开阔，光线充足。座席车厢内有可躺式旋转座椅，每排三个或四个座位，中间为走道。座椅的旋转角度可以任意调节，也可以由列车乘务员用电动按钮统一操作。每个座椅都附设有一个脚靠、一个报刊架和一个折叠桌，折叠桌平时藏在座椅的靠手内，旅客用餐时可拉出使用。有的高级列车在座席中还辟有独立的小型客室，供诸如吸烟旅客等使用，独立客室用透明幕墙同主客室隔开。

卧铺车厢通常采用包厢式格局，一般分成经济包间、豪华包间、家庭包间、公务包间等几种形式。经济包间通常设置两张铺位，内部还配备有衣柜、书架、小垃圾箱和厕所等设施；家庭包间则有四张铺位，并比经济包间多一间淋浴室；豪华包间通常只一张铺位，除了各种旅行设施外，还配备有酒吧、图书室、电视、更衣室等高档生活、娱乐设施。

无论四季如何变化，高级列车内部所具有的完善的空调系统和通风设备使车厢里始终保持温度适宜、空气新鲜，且干湿度符合人体需要，让人时时感到舒适惬意。旅客上下列车可以通过高度可谓的踏板畅通无阻，车门口还装有供晚间上下车使用的照明灯，旅客上下车时照明灯会自动开启。列车上还设有专供残疾人、妇婴等特殊旅客使用的服务设施，例如轮椅升降、哺乳、换尿布等各种器械。

此外，高级列车上的厕所已由目前的直排式改为集便式。这种集便式厕所粪便不外溢，厕所内清洁卫生，没有任何异味。集便器中的粪便将在列车到达终点后通过管道设施送到地面进行集中处理。之后用压缩空气或真空泵水流对厕所进行冲洗，或采用混有化学药剂的液体进行循环冲洗。

双层列车作为一种理想的中、长途观光度假旅游列车，可能会成为未来客运列车的主要车型。这种列车可以有效地利用其空间，尽可能地增加列车的乘坐定员。从实践的效果看，双层列车可使座席定员增加 40 ~ 60%。而且，双层列车可以提高列车的了望性和舒适性。由于其上层视野开阔，人们可以透过两侧大开面玻璃窗尽情眺望沿途风光。同时，上层座席又远离车底行走部位和发电装置及其它设备的噪声源，显得安静舒适，下层则设有各种用途的包间以及诸如自助餐厅、酒吧、卡拉 OK 等服务设施。

按原有的非高速铁路为基础设计的一种新型列车——倾摆式列车，由于其速度与高速列车不相上下（目前时速达 210 ~ 250 公里），而投资还不足高速铁路的一半，为更快、更好、更经济地发展高速化列车提供了新的思路，引起了各国的广泛关注。这种列车特别适合于那些由于经济或生态保护等原因不可能进行改造的多弯道线路上运行，并能在提供极佳的舒适条件下为旅客节省下大约 30% 的旅行时间。

各种娱乐服务设施是否齐全，是列车现代化的一个重要体现。那么，未来的列车在这方面有哪些新的改进呢？

车内的广播电视系统是未来列车中一个具有代表性的娱乐设施。列车的 AV 音乐系统，可以向全体旅客播放四声道的高保真立体声音乐和转播无线电广播。在每个座椅扶手上都有一个耳机插孔、一个通道选择开关和一个音量控制旋钮。AV 音乐系统有三套无线电广播节目和三套立体声音乐节目供旅客任意选择。同时，列车的闭路电视系统，可以向所有旅客提供各种电视节目。在每个座椅靠背后都设置有一个五英寸的彩色电视显示屏幕，有一套闭路电视节目和二个无线电视频道，可供旅客自行选择，电视节目的伴音则可以通过设在座椅扶手上的耳机插孔提供。那时，人们再也不会因旅行错过观看自己喜欢的节目而懊丧。

未来列车上还设有旅客公用电话、传真机、电子计算机等现代化通信设施。旅客可以在高速行驶的列车上使用电话与世界上任何一个地方进行通话联络；通过传真机接收来自世界各地的传真和电子信函；旅客使用列车上的电子计算机可以像在自己的办公室里一样查阅各种资料，编写各种文件，还可以通过它在列车上预订旅行目的地的住宿房间、返程车票，等等。

安装在车厢内部的信息显示装置，可为车内旅客提供各种旅行信息。例如，电子显示屏定期向旅客发布诸如车次、车厢号、列车沿途到站时间，中间站换乘列车车次及开车时刻等消息。而安装在车厢外的信息显示装置，则可以为上车的旅客提供诸如本次列车车次、到站、车厢等级以及车厢内预留座席数量等情况的信息。

带有酒吧、咖啡厅、卡拉 OK 厅的餐车，除提供饮食之外，也为旅客营造了一个交友叙情的环境。

此外，列车内还设置有投币式或磁卡式的寄存小柜，专供旅客存放各种贵重物品；还设置有电子游戏机、卡拉 OK 机、录象机，供人们娱乐、消遣；有的列车甚至还配备有医疗、健身器械、儿童玩具等设施，以满足不同层次旅客的需要。

海运家族的新贵——地效翼船

1956 年，前苏联著名的船舶设计专家阿列克谢耶夫领导研制的一种新型海上船舶在里海进行秘密试验。当这艘被西方称“里海怪物”的船舶以时速 400 千米的惊人速度超低空掠过里海海面时，整个西方世界都被震惊了。一个新的海运时代，也就由此拉开序幕。

这个“里海怪物”，就是前苏联出于军事目的而研制的世界上第一艘试航成功的地效翼船——KM“样板船”。

什么是地效翼船？地效翼船是指在航行过程中，利用贴近水面或其他支撑表面时的表面效应，气翼上产生气动升力来支撑船重的动力气垫船。良好的耐波性、船与支撑表面气动联系、飞行过程中可随时升空或迫降的性能，是对地效翼船航行安全起保障作用的因素。

为什么这种可以脱离水面飞行的“怪物”要称为“船”呢？这是因为，地效翼船要在水上才能起飞降落；贴近水面是最能充分发挥其长处的理想场所。为跨越障碍，地效翼船可作短暂升空飞行，但这只能属于短时间的特殊工况或应急工况。因此，地效翼船显然应当属于水运工具，其安全主要应由航海规范保证。

自第一艘“样板船”成功试航以来，地效翼船的研究遭到了不少挫折和损失。然而，困难和曲折终究抵挡不住新技术被人们广为接受的大趋势。地效翼船已经显示出来的优势是抹杀不了的。与飞机相比，地效翼船不仅装载量大，而且造价要比飞机低得多。当年建造一架“伊尔—62”飞机试验样机的造价，要比“雏鹰”号地效翼船首制艇的造价高出好几倍。而且，地效翼船还有许多潜能尚未完全发挥出来。这就是为什么地效翼船技术会在军工业转换机制后，成为各国竞相引进目标的原因。

由于地效翼船有诸如航速高、两栖性、航行隐蔽性好，不易被雷达发现，在水面以上低空掠行，不易受到水雷、鱼雷等武器攻击等等优点，早就受到美国许多军事专家的瞩目。几乎就在阿列克谢耶夫开始潜心研究地效翼船技术的时候，美国即已展开这一课题的研究。洛克希德公司 1960 年即组织技术班子专攻这一项目。但是，美国地效翼船技术尚欠成熟，除了一些小型试验艇外，还没有造过大型的地效翼船。

水运业完成客货运输时船舶运力的增长，有赖于船舶航速的提高。而在现有的新一代船型中，速度最快的就是地效翼船。无论从何种指标看，地效

翼船在运输效率方面的优势都走无可置疑的。

为了发挥地效翼船的快速性、经济性的优势，特别强调应当在地效区内低空飞行。还应注意的是，地效翼船的短暂升空飞行只能在应急工况和特殊场合不得已而为之。

此外，地改翼也并非没有缺点。地效翼船在运行时，除巡航工况外，还可以呈排水状态在水中浮航，在进出港口时少不了这种工况。这时便会受港区水文气象条件的限制。还有起飞和降落时，虽说时间短暂，但也会造成受力构件超负荷。排水状态下浮航时，地效翼船不够灵活的特点便显露出来了：尺寸特别宽大，机动性差；此时同样有耐波性问题。过大的船体尺度，易遭波浪拍击，于结构强度和设备寿命不利。

地效翼船作为航运工具中的一枝新花，当它以 15~20 千米时速进行排水状态航行时，欲作机动航行当无限制，其航行状态与水上飞机差异不大。但当地效翼船在 3~5 米高适用的水面上空以 400 千米每小时的速度飞行时，便不可以急剧改变航向和航速，因而，其机动性也就受到限制。因此有人提议应当划出一个专供地效翼船飞行的地带，其他船舶不应进入这一地带。在划定地效翼船航行地带时，应当考虑能用无线电导航设备、卫星导航系统、无线电导航台、雷达确定其方位，以保障航行安全。

尽管目前无论在俄罗斯还是在其他国家，都还没有建立起真正稳定开航的地效翼船客运航线，但我们有理由借鉴俄罗斯地效翼船多年的运行经验。航运事业的发展，终究必须依靠科技进步。地效翼船是迈向新世纪的任何常规排水量船、水翼船、气垫船都不能相比的速度最快的船舶。沿海路长距离运送旅客，地效翼船的运输能力远胜于其他常规船只。地效翼船可以做到在四小时内把 200 名左右的旅客送达相距 2000 千米以外的地方，这是其他船只无法企及的。

由于地效翼船本身的特性，确定它在海上的航线所需考虑的问题便要复杂的多。比如，途中和终点是否处在地震活动带、航线所在区域的地磁学特性、洋底地貌等等，都是必须考虑的问题。此外，航线区还应当能方便地接收到气象及导航信息、数据等。各个区域实际客流量及经济上的承受能力，也是关系到新型高速船舶投入航班营运成败的关键之一。经各种指标的综合比较后认为，东南亚是少数几个比较适合最先开辟地效翼船客运航线的地区之一。

曾几何时，人们还对“里海怪物”的试航感到新奇和惊讶。如今，则有越来越多的人希望早日利用地效翼船这一科技成果，为人类创造更多的效益。新加坡已有人向俄罗斯订购地效翼船。英国也已于 1992 年与俄下诺夫哥罗德气垫船科研中心签署协议，联合研制用于英法之间的快速航线客、货运地效翼船“水上显贵”分船队。这些新型快速船舶将有可能在 14 米高度只需 10 分钟驶完英吉利海峡航程。富于想象力的美国人则认为可以在“21 世纪的设计”中建造载重量为 5000 吨、航速为 900 千米每小时的新世纪地效翼船用于越洋商业航线。

所有这些都说明当今世界对地效翼船诸多特殊性能的肯定。可以预见，地效翼船这朵瑰丽的奇葩，必将盛开于 21 世纪的水面上。

人类进入 21 世纪，科学技术水平有了很大的提高。现代化的交通技术作为科技发展的产物也有了长足的进步。21 世纪作为交通运输低污染、快速度、高效率、智能化的崭新阶段，将会有哪些高新技术被广泛运用？未来交通运输的管理水平如何？等等，这些都是令人感兴趣而现在又无法完全准确预知的问题。然而，透过近几年交通及其相关领域科技的发展状况，我们仍然可以从中看出一些端倪并做一些简单的预测。

敏捷的智能交通系统

智能交通系统，英文全称为“Intelligent Transportation System”（简称 ITS），指通过高科技开发，使交通系统实现智能化。在智能化的情况下，整个交通系统都显得“聪明”起来：车辆靠自己的智能在道路上自由行驶；公路靠自身的智能将交通流调整到最佳状态。借助大系统的智能，驾驶员对交通状况了如指掌，管理人员则对车辆的行踪一清二楚。ITS 体现了“车—路—人”的密切结合，从而可以极大地提高交通的安全性、系统的工作效率、环境质量，以及能源的利用率。

ITS 作为交通运输领域高科技的体现，它是一个项目众多的综合性系统工程。其内容主要包含下列五个系统：

（1）先进的车辆控制系统。系指研制“智慧”汽车，即能够辅助以至代替驾驶员实行控制的技术，如驾驶员警告和援助技术、障碍物避让技术，以及自动驾驶控制等，从而使汽车行驶更安全、高效。目前美国有三千多家公司从事高智能汽车研制，已推出自动恒速控制器、红外智能导航仪等产品。

（2）先进的管理系统。指先进的交通监测、控制和信息处理技术。该系统类似于机场的航空控制器，用以在道路、车辆和驾驶员之间建立通讯联系。控制中心接收到各种交通信息（如车辆检测、交通信号、报警和救助信号）并经过迅速处理后，通过调节交通信号，向驾驶员和管理人员提供实时信息，从而使交通流始终处于最佳状态。

（3）先进的驾驶员信息系统。是以驾驶员为服务对象的系统。其技术手段有多种，如通过办公室或家庭的计算机终端、公路广播咨询系统等，向驾驶员提供当前的交通和道路状况、车辆位置和行驶信息；通过自动导航系统使对道路环境陌生的司机也能够往来自如——汽车会自动选择最佳路线驶向目的地；而自动路径诱导系统则根据控制中心发出的阻塞、事故和路况等实时信息，“诱导”汽车始终行驶在最佳路线上。

（4）营运车辆调度管理系统。是专为运输企业提高盈利而开发的智能型营运管理技术，目的在于提高商业车辆、公共汽车和出租汽车的效率。企业的车辆调度中心通过卫星、路边信号站等装置，以及车辆自动定位、识别和称重等设备，对营运车辆进行调度管理。该系统的通信能力极强，可以对全国或更大范围内的数万乃至数十万辆车辆实施控制。

（5）先进的大众运输系统。即采用各种智能技术促进公共运输业的发展，如通过个人计算机、闭路电视等向公众就出行的时间和方式、路线以及车次选择等提供咨询，在公共车站通过显示器向乘客提供车辆的实时运输信息等。

上述各类子系统各具特点，每类子系统甚至每个单项设备都包含着许多特殊的、当代交通工程的前沿技术。尽管这个庞大的工程还在试验、开发阶

段，其所取得的成果也远未达到尽善尽美的程度，但这些成果也告诉了我们，这个工程的实现是有很大大希望的，交通智能化的时代已为期不远。

应该说，智能化交通设想的提出，已有时日。早在本世纪 30 年代，美国的通用和福特两个汽车公司就倡导和推广过“现代化公路网”的构想，60 年代末出现的计算机交通控制技术，都可谓是 ITS 的雏型。但在当时并未引起人们的重视。进入 80 年代后，特别是近几年，ITS 却突然以惊人的速度迅速发展，世界上许多发达国家争先恐后地进行开发研究，出现激烈竞争的局面，并形成了美、欧、日三大体系。

欧洲 19 国的政府和企业界于 1986 年开始一项名为“尤里卡”的联合研究开发计划，旨在建立跨欧的智能化道路网，投资额达 50 亿美元。总体计划中包括许多具体项目，如“欧洲最高效益最安全交通计划”、“自动化道路和驾驶系统”、“跨欧道路交通通信系统”、“交通信息预测系统”等等。有些项目已取得显著成果，大大提高了交通运输的效率。

相比之下，美国人的反应就显得有些落后了。直到进入 90 年代，美国人才认识到 ITS 的重要性，并决定立即进行“智能车辆——公路系统”（即 Intelligent Vehicle—highwaySystem 缩写为 IVHS）的开发。1991 年初成立了专门的全国性组织，为政府出谋划策，并直接组织协调研制活动，目前成员单位达二百多个。美国起步虽晚，但由于奋起直追，其 ITS 开发在短短的数年里就取得了极大进展，开发范围亦扩展到整个陆上交通系统，包括铁路与公路混合运输。因此，美国运输部遂于 1994 年底将“智能车辆——公路系统”（IVHS）改名为“智能交通系统”（ITS）。

美国 ITS 的开发于 1992 年开始进入实地试验阶段，到目前为止已进行了二十余项大规模的试验，其中包括交通预测、交通信息系统、重车电子牌照等前面所说的高速公路与汽车自动化技术试验等项目。在这些项目的某些方面，目前已取得了开拓性进展。

各发达国家竞相开发 ITS 的原因是复杂的。一方面，日益严重的道路交通阻塞现象成了其经济发展的一个瓶颈。据统计，美国主要城市因交通阻塞所造成的经济损失每年就达 420 亿美元之多，而日本许多城市和高速公路的汽车时速竟不到 15 公里。由于公路网早已形成，靠增修道路来解决交通拥挤问题已非善策，既不切实际也不能在根本上解决问题。在这种情况下，采用高科技是唯一有效的途径。而 80 年代以来，信息、通讯、自动化技术的飞速发展，为智能化交通的建设提供了有利条件。因此，从某种角度来说，ITS 的研究和开发，也是在没有其他出路的情况下无奈而聪明的选择。

另一方面，ITS 的开发将带来巨大的经济效益，这是发达国家争相开发 ITS 的根本原因。既然在公路网达到一定密度和等级之后，增修道路已不大可能，那么，要提高运输效率和效益，就必须转而着重于在完善大系统的交通管理“软件”上下功夫，向高科技的现代化管理要效益。ITS 技术的竞争实际上就是经济竞争，今天的竞争是为了争夺明天的市场。美国运输部宣布在未来的 20 年，美国用于 ITS 开发的总投资将超过 2000 亿美元，这无疑会极大地刺激美国交通业的发展。而其开发的成果在国际市场上带来的经济效益，必将是无法估量的。

不仅发达国家，发展中国家也日益感受到了交通拥挤逐渐严重的困扰。面对现实，已容不得任何迟疑和观望。特别是我国，随着经济的迅速发展，进入 21 世纪以后，公路交通运输将会遇到更为严峻的挑战，面对汹涌而来的

科技大潮，我们必须寻找自己的出路。

精准的卫星导航技术

导航可以说是一门古老的技术，人类在相当早的时期就已经运用。在天气晴朗的时候，利用天空的星星来测定船体的方位，以判定航向，这可能是导航技术的最早应用。指南针的发明和使用，可说是海洋导航技术的一次革新。无线电导航技术的发明，是在 19 世纪后才出现的事情。无线电导航克服了天气因素的影响，就其准确性和实用性而言，无疑具有革命性的意义，其影响一直延续到今天。然而，在荒漠或海洋没有无线电发射台的地方，航向偏移的问题仍有可能发生。

1957 年，苏联发射了第一颗人造地球卫星。之后，各种类型、用途的卫星不断升空。空间新技术的发展，使人们的目光重新投向天空，卫星导航的新思路由此产生。于是，一些距离地球万里之遥的特制人造卫星开始围绕地球运转，同时发出信号。这种信号在地球上任何地方及任何气候条件下，都能用简单的仪器接收到。导航由此变得更加简单、准确。卫星导航的出现，是人类导航史上一次划时代的革命，对于航空事业的发展，其影响是不可估量的。专家们预言，卫星与计算机技术将在本世纪末对整个航空领域、航海领域及陆路交通产生革命性影响。这一预言已逐步被证实。

美国和前苏联都发展研制过卫星导航系统。它能准确地为在最偏远地区的飞机、轮船、巡航导弹和坦克准确导航。1991 年海湾战争中，美国第一次在战争中使用全球定位系统，成效非凡。如今这一系统不仅限于军事，而且更可广泛地运用于贸易船只、商用客机、竞技帆船，甚至地面交通、工业、农业、地质勘探等领域。一个能利用卫星定位的信息接收装置仅需 500 美元，这使得一些野外工作者也对此越来越感兴趣。看来，到 21 世纪，全球卫星导航系统将会使其他导航方式显得多余。

卫星是实现卫星导航的关键。如果要想给出地面上任何一点的定位，就要在那儿找到三颗卫星，最好是四颗，因为卫星在特定的时间发射无线电信号，这些信号以光速传播，再经过计算机处理，就能计算出这一点离这颗卫星的距离，三颗卫星的信息就可以定出所要测定点的当前位置。这样，全球就需要 24 颗卫星同时运转。

在航空中，导航比定位更为重要。全球定位系统可延伸为全球卫星导航系统，通过这一系统，飞机在广阔的海洋或荒漠上空做长距离飞行的准确性大大提高，空中航道之间的距离也可以缩短。而定点，目前使用的只能作直线传播的雷达因地球弧度的影响，是不可能做到的。在具体操作时，由飞机测出方位通过通讯卫星传到地面控制中心，描绘出一幅“空间位置分布图”，然后引导、控制飞机的长途飞行。

卫星导航不仅可以大大提高长距离飞行的准确性，同时还能节省数亿美元的费用。为了加速卫星导航系统技术的推广应用，美国已宣布免费提供为期 10 年的卫星导航服务。然而，要在短期内淘汰到目前仍在使用的无线电指向台、雷达装置等传统导航设施，并不是一件容易的事。毕竟没有人能够毫无保留、放心地依赖于一个由某国（特别是像美国这样一个强权国家）政府操纵的系统。人们不能不担心，一旦出现非常时期，卫星导航信息会被系统拥有的国家所操纵，或者停止对民间开放。在卫星导航系统控制下的年代，

对于一个依靠别国系统进行导航的国家，出现这种情况，无论对其军事还是民用航空来说，都将是一个灭顶之灾。因为民用航空需要一个每时每刻都能精确工作的全球系统，以保障乘客和飞机的安全。此外，美国今后也许会为卫星信号征收费用，而在系统为独家控制的情况下，收费的标准是无法预测的。

许多专家认为，将来还可以利用卫星导航系统进行全天候精确盲降，并且可在全世界任何一个机场做到这一点。这样就大大降低了系统设备费用，也避免了飞机在浓雾中或因事故干扰突然失去方向的可能性。

卫星导航系统的应用是多方面的，不仅航空，其他对安全要求不如飞机那么高的交通方式也将从中获益匪浅。利用它，汽车可以准确无误地抵达目的地；游艇能将它作为确定航向的标准装置；联合收割机则可以测出每一米的收成情况，以确定下一年的施肥分布量。此外，土地平整机上装上全球定位接收器，能将地形测量数据精确到厘米；借助卫星导航，修路工程师可直接检测公路沿线，并及时修正，等等。这些说明，以军用为目的的卫星导航技术，在民用方面，同样可以发挥巨大作用。

奇妙的“薄片雷达”

在城里驾驶汽车的人，常常会碰到倒车时的麻烦，稍不留神就会撞到各种障碍物，如墙壁、后面的汽车、路上的行人，等等。然而，当你的汽车安装上新式的薄片雷达之后，这种情况可能就再也不会发生了。

这种薄片雷达实际上是一种微功率脉冲雷达（简称 MIR），是美国加州劳伦斯·利弗莫尔国家实验室的电子工程师麦克尤恩及其同事在研制核武器时的一件副产品。麦克尤恩研制成的微功率脉冲雷达固定在 1.5 平方英寸的线路板上（薄片雷达因此得名），通过一根或两根无线电天线传送和接收远达 200 英尺的无线电波。天线只要 15 英寸长即可，它被直接焊在线路板上。整个装置比其他任何雷达消耗的能量都少，一对 AA 型电池可使它工作八年。估计未来这种装置的费用甚至可以低于 10 美元，整个电路系统可以压缩焊到一块计算机芯片上。

MIR 带有速测电子取样器，这种取样装置能使 MIR 在低功率条件下准确地分析出极短的无线电脉冲。MIR 发射出的脉冲比其他雷达的短得多，每条脉冲不到十亿分之一秒长，每秒 MIR 将发射出百万次这种特别短的脉冲。因此，它能在非常宽的无线电频率范围内工作，同时还不易受到其他雷达系统的干扰。除此之外，MIR 还有许多其他的优点。例如，它可以在一个较低频率范围内工作，因此能更好地穿透水、冰和水泥；它不受温度和噪声影响，故优于现有的红外线和超声波传感装置。红外线易受到强太阳光或振动的热物体的影响，而超声波会因空气的温度不同而失真，会被湿气吸收，并且对周围的噪声敏感。这使得麦克尤恩敢于预言微功率脉冲雷达技术“将使科技进入到几乎逐步淘汰超声波技术的阶段”。

的确，MIR 的功能是多方面的。就其广泛的用途而言，就可以应用于汽车、家庭、工厂和医院等各个方面。

美国阿梅里冈是第一个采用 MIR 技术进行产品研制的公司。该公司打算将这项技术应用到汽车安全系统，例如汽车后退用的监视系统中。将它安装在尾灯、车档或车后行李盖上，一旦倒车，监视系统即开始工作，当车接近

后面停放的汽车或其他物体时，系统就会发出声音，并随着距离的缩短而升高。当间距在六英寸以内时，系统就开始发出“嘟嘟”的警告声。阿梅里冈已生产了一些样品出售给汽车制造商，大约在 1997 年后就会有第一批配有此装置的汽车问世。其价格低于 200 美元。

阿梅里冈公司还计划生产一种新产品，当要改变汽车车道时，它能在汽车两边的盲区发出雷达波。假如探测到其他车辆，它会立即发出警告。其价格与上述装置差不多。将来进一步研制的装置还有：智能行驶自控装置，当前面路面上有车时，该装置会使车速自动放慢；预期碰撞系统，它能自动准备好空气袋以应急；雷达传感器，用来探测公路上的事故并及时调整车辆行驶。

为了使雷达能起到探测速度和使汽车自动停下来的作用，雷达必须被聚焦成一条狭窄束，这项被称为合成束的技术目前正在研究中。在汽车上要安十几种不同用途的薄片雷达，而且在应用时互不干扰，因为每秒 MIR 发射出百万次左右的脉冲，这些脉冲彼此间隔的时间并非均匀且随意变化，因此每一个 MIR 都有自己的明显模式，每一个雷达都很容易识别自己的回波，即使是其他雷达在附近工作也不会受影响。

总之，随着微功率脉冲雷达技术的开发和它在车辆制造技术中的应用、推广，将会使 21 世纪的交通更为安全、可靠。

开放式的遥控电子收费系统

对过往车辆征收一定的费用，是公路建设与维护资金的重要来源和保证。因此，收费管理在交通管理中具有重要意义。

目前的收费管理一般是在路上设立站卡，直接收取现金，开给票据。这种传统的方法在车流量日益增大的今天，已经越来越显得落后了。一方面，人工收费效率不高，容易造成大量的时间与人力资源的浪费；另一方面，直接采用现金收费，也不利于财务的管理。

未来公路收费的情况将有很大的变化。由于高速公路网的形成，车辆主要通行于高速公路，因此，费用的征收，也主要来源于高速公路方面。另一个重大变化就是，由于电子收费系统（或称遥控收费系统）的应用，传统的收费方式已彻底改变。汽车通过高速公路收费站时，已不用停车，司机也不必自己动手交纳现金，也不必掏出信用卡或磁卡。这就大大减少了因停车交费而引起的交通拥挤和时间上的浪费，大大提高了效率，也便于管理。

这种电子收费系统通过汽车——地面的超高频电子联络，处理数据自动传输给管理公司的信息处理网，由一台汽车种类自动识别仪来控制。采用遥控电子收费系统的收费站，每条车道每小时可通过 1000 ~ 1600 辆车，效率比使用磁卡的收费站高 3 ~ 4 倍。遥控电子收费系统误差小于 0.5%。信息处理系统改进后，可精确到 0.1%，现在许多国家不仅在高速公路上，而且考虑在市区应用这种收费系统，以征收城市桥梁通行税和入市税等。

遥控电子收费系统是欧美等工业发达国家随着汽车的普及而开发出来的一种新型科技管理系统。这种管理系统的发展也是一个逐渐完善的过程。第一代遥控收费系统，仅在汽车和收费站天线间发生联系。每当汽车进入收费站时，汽车见到一个不变的信息：一个五位或六位数字的用户号。司机只需在车上通过无线电输入自己车辆的号码即可。收费站对信息进行处理后，

便定期开出发票。

第二代遥控收费系统，能在汽车和收费站天线间展开真正的对话。汽车除了显示用户号码外，还能表明它来自何方。例如，当汽车从收费站4号入口通过时，天线就会向固定在汽车挡风玻璃下方的卡发出信息，“从4号入口进入收费站”。这个记录在标识卡上的信息由汽车传送，在收费站出口记帐。这种对话能进行逆计数：每当标识卡通过一个收费站时，天线可以阅读结存数，再减去所收费用款，然后再记录结存数。

然而，上述两代走廊式的遥控收费系统仍然存在着不少麻烦。因此，第三代遥控收费系统，将摒弃目前的收费走廊，用完全开放的营运方式，增设地面信标，在汽车行驶途中与汽车进行电子联系，以开展信息、导向、识别用户等服务。

标识卡作为遥控电子收费系统的重要组件，具有接收、识别、出示和记录信息等多种功能，这些功能也是经过多次改进才日渐完善起来的。第一代标识卡比信用卡略大一点。这种标识卡不能记录，司机须放下车窗玻璃向收费站的天线出示。第二代标识卡是可以记录的，因此能展开对话，只要将标识卡固定在汽车的挡风玻璃上即可。

未来的标识卡可能是一个带通信组件的设备，这个设备将固定在汽车挡风玻璃上，插入一张类似于电话磁卡的微处理付款卡，可用来交通行费及在加油站加油时付费。机载电脑付款卡可用来支付用数字无线电等传媒和无线电话传输信息的费用，还可以解决某些匿名付款问题。

就高速公路遥控收费系统的技术而言，欧洲的发展已领先于美国和日本。1991年11月21日，在巴黎举行的欧洲运输部长会议希望其成员国运用统一的遥控收费系统，并建议欧洲标准化组织付诸实施。为此，欧洲经济共同体将遥控收费系统列入优先计划。

目前，遥控电子收费系统技术的研究与开发应用，在欧美及日本都有了很大的发展。然而，目前的遥控收费系统还存在着一个很大的缺陷，那就是应用范围不广，仅适用于小型客车和轿车。为此，各发达国家正加紧对适用于大客车和载货汽车的遥控收费系统进行技术——经济论证。为了使遥控收费系统能提供种类更多的服务，各国都加大了研究力度，在未来的21世纪，可望设计出一种多媒体的系统集中处理终端。

由此看来，未来的高速公路上，遥控收费系统将大有可为。而未来的交通管理，也将由此跨入一个新的时代。

便捷的磁卡车票

只要你出过远门乘过火车，我想你一定感受过买那张小小车票的艰难：早早到售票处等呀排呀，好不容易排到窗口，票却卖完了。于是只好第二天再来，能买上，已算十二分的幸运，如果事情紧急，便不得不皱着眉忍着痛，“心甘情愿”地让票贩子们狠狠地宰上一刀。

然而，在不久的将来，这种经历你可能再也没有机会碰到了。新型的磁卡车票将使传统的纸印车票成为铁路史上的文物，省去了你许多买票中遇到的麻烦。

这种载有电磁编码信号的磁卡就是当今世界上方兴未艾的信用卡，信息时代赋予它与货币等同的价值。在欧美等一些发达国家，日常生活中现金的

流通已越来越少，怀揣一张小小的磁卡，足可以走南闯北。

随着各种用途磁卡的出现，铁路部门也开始引进这种“塑料钱”作为清算的手段。一些铁路技术先进的国家已率先在各大城市的地铁系统和近郊列车上推广使用磁卡购买车票。例如，日本地铁公司发行的电车和地铁磁卡，就免除了人们过去买票时要先把大钞换成零币，再把硬币投入自动售票机购票的麻烦手续，使用时只需将它插入自动售票机内即可。

与金融机构发行的信用卡、预付卡、电话卡等相比，铁路磁卡具有更为广泛的用途。对旅客而言，可以使用它购买车票，或把它直接当作车票使用，也可以用它在铁路车站购物、住宿、就餐、寄存物品、托运行李等。此外，铁路磁卡还可以用于铁路内部非商业性的各种管理事务。如用于记录列车运行数据、设备状态、检修结果的管理信息卡；用于免票等仅需识别持卡人身份的特种磁卡等。利用这些磁卡可以为列车乘务人员提供列车运行时间、机车车辆状况、前方车站进路情况等信息；为列车检修人员提供列车运行速度、轴温、风压等监测数据；为管理人员提供车辆利用效率、车辆流向、客货流量等数据；甚至可以用作职工考勤、食堂餐费清算等。

随着自动检票系统性能的不断提高，不少国家研制开发出了多种类型的自动化客运设施，用以提高作业效率和改善服务质量。用于铁路部门的存储卡式系统就是一个典型范例。

存储卡式系统由磁卡发售、进站检票、出站检票和补票处理四个部分组成。具有直接清算功能的磁卡发售是由自动磁卡发售机来完成的。自动磁卡发售机分纸币、硬币和信用卡专用三种类型，旅客购买时可自行选择。购卡时，旅客只需投入一定的纸币或硬币，自动磁卡发售机便会吐出相应面值的磁卡车票。

进站检票功能是由设置在进站口的自动检票机来完成的。旅客进站时，只需将磁卡车票塞入自动检票机，自动检票机将在极短的时间内快速检查磁卡车票的有效性并读取磁卡上的各种电磁信号，然后在磁卡表面打印上乘车站、日期、时间、使用次数等信息，并将上述信息用电磁信号记录在磁卡内。待旅客通过检票口后，自动检票机就会将磁卡吐出，交还给旅客。

系统的出站检票功能也是由设在出站口的自动检票机来完成的。与进站检票不同的是，出站检票时检票机还要根据从磁卡上读取的信息完成乘车费用的计算和在磁卡表面打印下车站站名、下车时间及磁卡的剩余金额等信息，然后将上述信息用电磁信号记录在磁卡内，并对下车时金额不足的磁卡作出处理。因此，其功能显得更为复杂。

设置在出站口的自动继乘清算机则全权处理补票事务。当旅客所使用的磁卡金额不足支付车费时，出站口的自动检票机就会关闭出口通道，并将处理过的磁卡吐出。此时，旅客须将磁卡插入自动继乘清算机内，自动继乘清算机会根据磁卡上的电磁信号准确地计算出其差余额数，并通过显示屏幕告知旅客。待旅客投入相应的货币后，即可取回补票后的磁卡，并凭此卡出站。

非接触型磁卡是借助于无线电通信手段来实现其多种功能的新型磁卡，这种磁卡无须将卡片置入机器内便可完成读取卡片内信息的功能。因此，非接触型磁卡比接触型磁卡使用更方便，可不受地理位置、携带方式等条件限制，特别适用于铁路部门的信息管理和自动检票等场合使用。目前已开发成功的非接触型磁卡有利用中波和微波无线电信号两种类型。使用非接触型磁卡车票乘车的方便之处在于，旅客不必掏出磁卡，而只需将它携带在上衣口

袋里，检票口的自动检票装置通过中波或微波信号便能完成检票手续。安装在前一个座位背部的检测装置也能借助于中波或微波信号，将全列车的检查结果传递到列车长办公席上显示出来、无须旅客出示车票便能完成全部的查票工作。

当列车进站时，装在牵引机车外侧的非接触型磁卡通过设置在车站外的信号检知装置，便可以将列车进站的信息传送到车站的中央控制系统。中央控制系统收到信息后能自动将到达列车的车次、时刻、停靠站台号码等内容通过车站广播、电视设备和电子告示牌向等候的人们通告。这些信息还会送到车站值班室，通知车站调度人员和其他工作人员。

磁卡车票不仅大大便利了旅客购票、乘车，也给铁路管理部门提供了一种全新方式的高效率安全可靠的管理手段。为了适应不同层次旅客和管理的需要，国外一些铁路技术先进的国家纷纷研制出各种不同种类的磁卡。比如，日本近畿铁道集团发行的 KIP 卡，可供企业经理、高薪白领、旅游爱好者等在铁路集团企业内通用。其他大铁路公司还发行以金额方式给付的磁卡、快车专用磁卡、特快专用磁卡，等等。不少国家的铁路部门还准备发行能与出租汽车、超级市场、百货商店、停车场、车站存放柜、饭店通用的磁卡。这种磁卡既可用于购票乘车、又可用于购物、提取现金、支付存车费等，可谓是真正的多功能磁卡。

小小一张磁卡，竟有如此多的用途，怪不得专家们预言：21 世纪，磁卡将成为人们日常生活中不可缺少的伴侣和工具，也将成为铁路现代化的标志之一。

交通运输科技

交通运输享有国民经济先行官的美名。朴实的农民道出了一句朴素而深刻的哲理：要想富，先修路。工业的发展，经济的繁荣，都离不开发达的交通运输。

新中国成立 40 多年来，科学技术推动着我国的交通运输业飞速发展。在 960 万平方千米的神州大地上，一条条公路、铁路在快速延伸，一道道天堑变成通途。列车飞驰在大江南北，汽车穿梭在城市乡村，飞机在蓝天翱翔，江河海洋百舸争流，管道运输方兴未艾。我国海陆空交通大通道，交织成立体网络，贯穿在南北东西，连结全国各地，通达五洲四海。我们之间的距离似乎在日益缩短，我们的地球似乎在日益缩小。

条条通道像铺设在祖国广袤大地上的一根根琴弦，弹奏着我国交通运输科技发展的颂歌。

铁路运输科技

铁路被誉为经济大动脉，在我国交通运输业中，充当着十分重要的角色。

尽管解放后我国铁路建设取得了很大的发展，但是，仍然难以满足经济发展的需要，长期处于超负荷运转的状态。为了铁路大动脉的畅通，必须加快科技的进步，不断促进铁路运输的技术改造和升级，为提高铁路的运力、加速铁路运输的大发展提供可靠的保证。

我国的铁路里程由新中国成立之初的 2 万千米，发展到现在的 5.4 万千

米。广大科技人员与筑路工人一起，在一座座大山中打通隧道，在一条条河流上架起大桥。他们创造了在各种地质条件下的铁路施工技术，攻克了一道道艰难险阻，创下了一个个奇迹。依靠自己的力量，新修了成渝、天兰、襄渝、成昆等铁路线，改造了京沪、京广、陇海、京哈等铁路干线。22%的铁路实现了复线。电气化铁路从无到有，现已发展到占总营运里程的15%。特别是80年代新建的大同到秦皇岛的双轨重载电气化铁路，全长652千米，跨距北京、天津，成为运煤的一条大通道，各项技术都达到较高水平。连接欧亚的第二座大陆桥——全长457千米的北疆铁路通车。

在铁轨技术方面，我国逐步采用了承载能力较高的重轨、超长轨。筑路施工逐步实现了机械化。

火车跑得快，全靠车头带。提高铁路机车车辆的技术水平，是实现铁路运输现代化的关键，也是加快发展我国铁路运输的主要措施。几十年来，我国的机车制造技术不断跃上新的台阶。

建国之初，在我国的铁路上，跑的几乎全是外国的机车，被人讽刺为机车万国博览会。1952年，我国自行制造了第一台国产蒸汽机车。1958年，我国的机车制造技术紧密跟踪世界的新动向，研制了近10种以柴油为燃料的内燃机车的。70年代，虽然遭受了“文化大革命”的严重影响，仍试制了以东方红3型、东风4型、北京型为代表的第二代内燃机车，先后成批投入生产使用。

80年代，电力机车和大功率内燃机车作为发展重点，在技术上进行了多方面的改进和创新，日臻完善。继1984年韶山3型电力机车投产后，韶山4型、5型电力机车和东风8型、9型内燃机车相继问世。1988年，铁道部宣布在我国停止生产干线蒸汽机车。这标志着我国告别了蒸汽机时代，跨入了牵引动力以电力机车和内燃机车为主的新时期。

我国的铁路机车技术水平又跃上了一个新台阶。货运机车的载重能力有了大幅度的提高，目前，我国已能生产牵引1万吨级运煤重载列车的电力机车，牵引5万吨级货物重载列车的内燃机车。十几年来，各类机车的年产量增加了几倍。在满足国内需要的同时，我国的机车以先进的性能、较高的质量出口到8个国家和地区，赢得了世界许多国家的赞誉。

通信信号被称为铁路运输的耳目和神经，是铁路技术发展的重要领域之一。铁路通信信号技术的落后，长期制约着铁路运输技术水平的提高。10年前，我国铁路通信信号的技术水平落后于当时的国际先进水平30多年。

近10年来，我国的通信信号技术得到迅速发展，开发了130多项先进技术，建成了20多条较高水平的铁路微电子产品生产线，100多项科技成果分别获得国家或部级奖励，有了一个大的飞跃。

目前，先进的电子信息技术在铁路通信信号领域得到广泛应用。光纤通信、无线通信、数字通信、卫星通信、程控交换机等现代通信技术的开发应用，大大更新了铁路的通信手段，铁路用传统的模拟通信逐步被先进的数字通信所取代。微电子及计算机技术在运输调度、管理及车站、编组站、区间的铁路通信信号系统中广泛采用，促进了铁路运营管理的现代化，大幅度提高了铁路通信信号的可靠性。使过去常因信号故障造成的列车事故大大下降，列车运输效率明显提高。

铁路运输技术的不断发展，迎来了高速铁路的诞生。

1964年，日本在东京到大阪之间建立了世界上第一条高速铁路，引起了

国际铁路界的极大关注。这条铁路长 515 千米，列车行驶时速可达 210 千米，每 4 分钟即可发一列车，在铁路运输技术的许多方面都产生了质的飞跃。

一些国家和地区纷纷投入了高速铁路的研制开发工作。法国修建了长达 424 千米的巴黎到里昂的高速铁路，时速达 270 千米。在其基础上，1990 年法国又建成了巴黎—勒芒、图尔的大西洋线，推出了时速达 300 千米的第二代高速列车，试验时，曾成功地将列车的时速提高到 515.3 千米，打破了轮轨接触方式运输时速不能超过 300 千米的传统限制。

德国在高速铁路研制方面后来居上。它仗着其雄厚的工业基础。从 1983 年起，修建了两条客货混运的高速铁路新线，客车时速达 250 千米，货车时速达 200 千米。

截止目前，世界上已有日本、法国、德国、意大利、西班牙、瑞典等国家修建了时速达 200 千米以上高速铁路，总线路长达 1 万多千米。除此之外，韩国、美国、俄罗斯、我国的台湾也在准备修建高速铁路。时速达 350 千米的高速列车正在积极研制，渴望不久投入运行。磁悬列车技术也在不断发展，超导技术的突破将会带来列车速度的进一步提高。

在我们这个土地辽阔、人口众多的国家发展高速铁路，对改善交通运输条件，加快运输业的发展有着非常重要的意义。我国已着手筹备发展高速铁路的工作。作为试验的起步的广州到深圳的准高速铁路（时速 160 千米）已经通车。北京到上海的高速铁路的准备工作已经完成，近期即可开工。

铁路运输的发展，向科学技术提出了紧迫的要求。我国的铁路运输科技将会取得更快的发展，推动我国的交通运输业像高速列车一样，向着国际铁路技术的先进水平飞奔。

公路运输科技

人们常用车水马龙来比喻繁忙的运输景象。时至今日，宽阔的公路上，清脆的马蹄声不常听见了，取而代之的是飞奔的汽车长龙，在遍及城市和乡村的公路上川流不息。

解放初期，旧中国留下的公路总里程不过 7 万多千米，多半是砂石路，坎坷不平。当时，偌大的一个中国，拥有汽车不过几万辆，几乎一色的外国造，而且大多破烂不堪。

新中国成立不久，我国的筑路大军浩浩荡荡开赴青藏高原，在世界屋脊上修筑青藏、川藏公路，1954 年底正式通车。这 4350 多千米的砂石路，虽然技术等级较低，但它修建的技术难度则非同一般。更有意义的是，它标志着我国公路发展的良好开端。

改革开放以来，我国的公路建设得到迅速的发展，公路发展速度日益加快，到 1993 年，全国公路已达到 104 万千米，比解放初新增近 100 万千米。这来之不易的 100 万千米，记载着筑路技术的步步升级，犹如青藏公路路面等级从低到高那样，经过了从土砂石低等级到柏油、混凝土高等级路面发展的历程。

早在 50 年代，我国已有了石炭土渣油和建桥的钻孔灌注桩技术，60 年代掌握了公路双曲桥梁和柏油路面的修筑技术，70 年代完成了公路斜拉桥设计施工技术和混凝土路面修筑技术，80 年代掌握了高速公路等高级路面的修筑技术。在公路勘探技术方面，航空遥测、激光测量等先进技术逐步得到应

用。我国共修筑公路桥近两万座，特别是横卧在黄河上的几座大桥，其长度、跨度等技术指标均排在世界之首。另外，沥青乳液筑路面、老油路再生等技术也得到了广泛的应用。

近期，一种叫做固化路基的新筑路技术正在推广应用。该技术是用钙、铝、铁、硅等元素为主要原料，采用分子高速溶化技术制成浓缩固化液，将固化液及水泥（或石灰）按一定比例加入自然土壤中，使土粒子迅速而牢固地结合在一起，从而大大提高了路基的强度和稳定性。

专家们断言，该技术的应用，将导致公路建设的一场革命。

代表当代公路最新技术水平的高速公路，近几年来发展迅速。

高速公路一般能适应汽车时速 120 千米以上的能力，对路面技术要求较高，既要防滑，又要坡度小，路面平坦。高速公路一般采用沥青混凝土或水泥混凝土高级路面。为确保行车安全，全线采用全封闭、全立交形式，即公路两侧有坚固的栏杆，与铁路或其他路的交叉处采用立体交叉桥的方式，行人横过公路采用跨线桥和地下道。高速公路一般双向设 4 个车道，中间有隔离带，沿线有相关的标志、信号、照明设备、监控设备以及通讯设备等。

现在，全世界高速公路总长计 13 万千米，其中，美国就有 8 万多千米。近年来，我国的高速公路建设进展迅速，目前北京—天津—塘沽、沈阳—大连、济南—青岛等几条高速公路已经通车。另外，广州—深圳—珠海、深圳—汕头、北京—石家庄、沈阳—开封，以及广州环城、沈阳环城、海南岛等高速公路正在建设之中。我国已作出长远规划，拟经过 30 年的努力，使我国的高速公路里程超过 1 万千米。

40 多年来，随着汽车制造技术的不断进步，汽车的速度、载重能力等性能大幅度提高。我国的汽车数量也从解放初的几万辆发展到现在的 700 多万辆。货运重载汽车的数量增长较快。大型汽车基本实现了燃料柴油化，不少中小型客、货车也开始燃烧柴油，这在动力性、经济性等方面，都优于汽油车。汽车拖挂技术得到广泛应用，对提高运力、降低运输成本都起到重要作用。另外，专用运输汽车发展得也很快，如水泥散装汽车、油罐车等已被广泛采用。近年来，集装箱汽车运输蓬勃发展，承担了大量的铁路、远洋集装箱的中短途集散运输任务，大大提高了营运效率。

随着汽车的增多、运输的繁忙，对汽车运输的管理技术提出更高的要求。科技在提高公路运输现代化管理方面发挥了重要作用。我国的交通法规逐步完善，交通标志、信号、划线、照明、通信、救援的系统逐步健全。特别是一种先进的荧光材料的发明，给交通标志技术带来新的飞跃，夜间车灯一照，各种标志就能清楚地显示出来。既节省了能源，又提高了安全度。计算机、无线通信、自动控制等高新技术在交通管理上的应用，促进了车辆调度、运行监控等自动化。

航空运输业科技

普通百姓乘飞机，在今天的中国并非什么稀罕事。

先进的航空运输，在我国的社会生活中产生着越来越大的影响。

自从本世纪初美国的莱特兄弟发明飞机以来，飞机以其他运输工具无法比拟的独特优势，愈来愈为人们青睐。飞机作为当今最先进的运输工具，在世界各国得到了迅速的发展。特别在经济发达国家，飞机已成为普通人们长

途旅行最常用的交通工具。近三四十年来，飞机的性能不断得到大的改进。特别是 70 年代后，宽体民用大型运输机问世，目前世界上最大的飞机一次可载客 500 多人，时速 1000 多千米，最大航程 1 万多千米。

早在 1909 年，我国的飞机设计师和飞行家冯如就制成了我国第一架飞机，20 年代初在北京—天津间试飞成功后，开始正式运载旅客。然而，后来的几十年里，我国的飞机犹如凤毛麟角，普通百姓难以问津。

解放后，我国的航空运输事业虽然有了很大的发展，但与世界发达国家相比，发展的步伐仍很缓慢。改革开放后，我国的航空运输业发展迅猛，在我国交通运输业中起着越来越重要的作用。

1982 年，我国设计定型“运—7”飞机，1984 年投入使用，结束了外国飞机一统我国民航天下的历史。后来，又相继研制了“运—8”、“运—12”等国产民用飞机，这些作为中、短途支线运输飞机，至今仍在我国的航空运输中发挥着重要的作用。

1985 年和 1992 年，上海航空工业集团与美国的麦道飞机公司签订了合作计划，负责装配 MD—82、MD—83 以及最新设计的 MD—90 双发动机喷气运输机，使我国飞机制造技术有了新的进步。近年来，我国先后从美国、欧洲、俄罗斯等国购进了一批波音 737、747、757、777、空中客车、麦道等具有先进性能的大型运输机，大大提高了我国航空运输的运载能力和技术水平。目前，我国已有民用运输机 500 多架，开辟国内航线 200 多条、国际航线 50 多条，民用航空航线里程 8 万千米，其中国际航线突破 3 万千米。

飞机场是航空运输的基地，用于飞机的起飞、降落、滑行、停放、维修等。航空运输创办之初，机场占地仅几十公顷，设施也比较简单。

50 年代后，随着航空运输的发展，客货运量大幅度增加，对机场服务设施和机场的质量的要求越来越高。于是，在一些空运较繁忙的城市，普通机场发展成了航空港，所谓航空港，是指除了机场外，还有为客、货运输服务的各种设施，如候机楼、货运站、仓库等。一般航空港分为 3 个区，即飞行区、客货运服务区、机务维修区。现在，航空港已发展拥有先进科技设施的综合体，许多设施都由计算机自动控制。机场的修建技术、配套设施都比公路复杂。机场供飞机起飞和降落的跑道需要有坚固的地基，道面一般铺设沥青和混凝土。目前，机场的跑道长达 4000 多米。

近十几年来，我国的机场建设高速发展，每年都有几个新建机场竣工和老机场更新改造完成。截止目前为止，我国已先后建成了 90 多个飞机场或航空港，其中不少可以起降各种型号的飞机。如首都机场基本具有国际水平。

随着科技进步，特别是现代计算机、通信技术的发展应用，机场的管理和航行保障技术水平不断提高。飞机与地面的联络、对飞行的指挥，都必须以先进、可靠的通信技术作为保证。航空无线通信设备、雷达设备、气象保障系统等都采用了大量的高新技术，其灵敏度、可靠性、准确性日益提高。目前，欧美一些国家已开始采用新一代的集群通信系统，该系统融通信、计算机、自动控制、超大规模集成电路技术和表面安装的生产工艺技术于一体，代表了今后航空无线调度通信的方向。

计算机在航空运输管理的许多方面都发挥了重要作用，许多航空公司都引入了全面信息管理系统，实现了管理的现代化，一些发达国家机场地面雷达可以覆盖中、高空层，普遍使用了先进的 2 次雷达应答系统。雷达数据、飞行数据、飞行计划等，统一由计算机处理。高效能的陆空、地面通信系统，

航行信息和气象网络逐步完善。

人们更关心着未来航空技术的发展，未来飞机究竟是什么样子？

科学家们已经给了我们富有吸引力的答案。也许下一世纪，新一代的飞机——空天飞机将成为航空运输的后起之秀。

空天飞机综合了一般飞机和航天飞机的优势。它可以从机场跑道起飞，在机场水平降落。一般飞机飞行高度虽可达到上万米高，但还在大气层中。而空天飞机则不同，它的飞行高度要比普通飞机高得多，可以在大气层的上层，即近宇宙空间飞行。空天飞机的最高时速可超音速 25 倍，达到每小时 30000 多千米。空天飞机可以多次起降，重复飞行次数超过百次。

目前，美国、德国已研制出第一代空天飞机。德国的桑格尔空天飞机，从德国经过美国飞至日本的东京，仅用了 3 个多小时；美国的“东方快车”号空天飞机由华盛顿飞至东京仅仅用了 2 小时。

空天飞机的飞行速度要比波音机快得多，起降比航天飞机方便得多，运输成本比航天飞机便宜得多。它既具有运输的功能，又可以执行航天的其他任务。空天飞机的制造技术要比飞机难得多。从地面起飞速度为零，经过亚音速、跨音速、超音速，一直加速到 25 倍音速的入轨速度。这需要采用不同类型的发动机，但是发动机增多又会导致飞机的重量增大，影响速度。因此，科学家们发明了多循环组合发动机，达到了使发动机质量轻、性能高的要求。空天飞机发动机使用的是液氢燃料，而不是普通的汽油。

在蓬勃发展的新技术革命浪潮的推动下、可以相信，空天飞机不久将成为遨游太空的飞行娇子。

展望当代世界的航空技术，更看出加快我国航空科技发展的紧迫性。

尽管我国的航空运输技术发生了巨大的变化，但从总体上讲，我国与世界发达国家还存在着很大的差距。我国自行生产制造的飞机才相当于美欧等国 50 ~ 60 年代的水平，目前我们还不具备生产大型干线飞机的能力，这些先进的飞机主要还要靠从外国购买。我国大多数机场设施还很落后，航空运输量在我国运输总量中所占比例远低于发达国家。我国已作出规划，决心积极研制国产大型干线飞机，加快追赶发达国家航空工业和航空运输业发展的步伐。

水路运输科技

中国水路运输历史悠久。900 多年前的宋朝，不仅有了像《清明上河图》描绘的那种河流运输的繁忙景象，而且古人已驾舟向海洋进发。我们最先发明了指南针并应用于航海，15 世纪明朝的郑和下西洋，创下世界航海业的壮举。

水路运输的运载工具是船舶，“路”是内河航道和海洋航线，停靠和装卸的基地是港口，或称码头。

从独木舟到各种远洋巨轮，科技的不断进步，促进着水路运输从原始落后向现代化迅速发展。

蒸汽机问世后，开创了船舶用机器驱动的先河。后来，柴油机成为船舶的主要动力。沿海和远洋船舶基本实现了行进的柴油驱动，各类船的型号已有上百种。

70 年代，海洋船舶在大型化、自动化方面取得重大进展。最大的轮船载

重量达 55 万吨；最大的散装货轮达 36.5 万吨；最大集装箱轮船可装载 4500 多个标准集装箱，而每个集装箱就需要一辆载重汽车才能拉动。

应用多种先进技术，许多新型客运轮船投入使用。气垫船就是其中一例。气垫船应用气垫原理，一改普通船体一大截在水中的传统方法，使船底离开水面，从而减小了水对船的阻力，实现高速航行。有的气垫船不仅可以在任何深度的水面上行驶，而且还可在陆地、沼泽地、冰面、雪地上航行。这种气垫船一般用空气螺旋推进，采用空气舵操纵方面。当然大家可以想象到，气垫船只能用于轻型船，而像几十万吨巨轮，要想离开水面谈何容易。

目前，一种高速双体渡船问世。该船长 124 米，航行速度可达每小时 40 海里（约 73 千米），每次可容纳乘客 1500 多人，或载车 375 辆，称得上是一种先进的水上运输工具。

计算机及其他电子技术在船舶上的应用，加快了船舶自动化的进程。许多远洋轮船装备了自动驾驶系统，船用柴油机及发电机可用计算机自动控制，装卸、停泊、船上事务管理的自动化水平有了很大的提高。随着船舶自动化程度的提高，所用船员的数量越来越少，预计一艘自动化程度高的未来远洋巨轮，只需十几个船员。科学家们已在研制无人驾驶的智能船。

节约能源、提高船舶动力的效率，是船舶科技进步的又一重点。船用发动机技术不断提高，多种新型节能、高效的先进性能的柴油机，已装备在远洋轮及其他船舶上。通过计算机辅助设计，大部分船体采用了流线型，使轮船前进时水的阻力尽可能的减小。另外，船用推进装置，螺旋桨等在技术上得到不断改进。

近年来，先进的风力助推技术正在逐步得到应用。

在海上航行安全技术方面，应用先进的卫星通信技术，建立了全球船舶定位系统。应用计算机等技术，安装了船舶故障诊断专家系统。另外，还建立了全球海上救助与安全系统等。为防止船舶对水面的污染，也应用了一系列相应的先进技术。

我国的造船技术进步很快，已经具备了制造各种大型船舶的能力。除了满足国内需要外，远洋巨轮出口到世界许多国家。我国大连、上海等造船厂制造的十几万甚至几十万吨级的油轮、散装货轮、大型集装箱船等，总体技术已接近世界先进水平。我国还研制生产了一系列的专用船舶，如自卸煤船、散装化学品船、滚装船、海峡长途铁路或公路渡轮、江海两用船等。目前，我国已经进入世界十大造船国的行列。

在航海运输方面，我国几乎与世界各地开辟了航线。装备有各种用途、类型的庞大的远洋运输船队，飘洋过海，行驶五洲，承担了我国进出口货物的近 90% 的运输任务。

在长江、黄河、珠江等主要内河航道上，我国各种大小船舶运输繁忙，千帆争流。一批先进的各类船舶相继下水，几百吨级千吨级驳船数量逐年增多。采用大型挖泥船、工程船等先进河道疏通技术，使河流的通航能力大幅提高。在航运导航以及安全技术等方面也取得了重大的进步。科技为我国内河航运的蓬勃发展做出了贡献。

建国几十年来，特别是改革开放几十年来，我国的港口建设取得重大进展。港口包括用于海洋运输和用于内河运输的港口。它除了具有船舶停靠的功能外，还有装船、卸船、转运、仓储等功能。我国在沿海的上海、广州、青岛、烟台、宁波、天津、大连、秦皇岛等地建起了一批千万吨级、甚至亿

吨级的大型海港，建成一批深水泊位，建设了一批煤炭、木材、矿石、石油、集装箱、粮食、水泥、化肥等专用码头。我国的许多海港，已具备停泊各种巨型轮船的能力。现代港口的建设涉及建筑、材料、勘探、机械等多领域的科学技术。我国的科技工作者，攻克了许多技术难题，为加快现代化的港口建设提供了可靠的保证。

一大批先进的港口装卸机械、设备以及仓储设备的广泛采用，加速了我国港口装运机械化自动化的进程。在旧社会，港口装卸主要靠人力。码头工人肩扛人抬，形若牛马，受尽了苦难。科技使工人们从繁重的劳动中获得解放。如今的港口，巨型龙吊车，将一个个集装箱等几十吨、上百吨重的货物而易举的装上或卸下船。大型机械手，把几十根大圆木、一把抓起。大型电磁铁起重机。非常方便地吊起几百吨的钢铁。皮带运输机高效率的输送着煤、粮食等货物。石油等液体通过管道直接把轮船和储藏罐连接起来。

走进我国的秦皇岛专用码头，你定会为装船的自动化程度而惊叹。当几十节的载重列车把煤运到码头后，大型翻转装置将把整列火车自动翻个“底朝天”，几分钟的时间，一列车煤即可卸完。然后，通过几千米长的大型皮带运输机，可把煤直接装上船。

如今，计算机，监控电视等高技术产品已在港口管理中广泛应用。

与一些发达国家相比，我国的港口建设还存在着相当大的差距。我国的港吞吐能力只是美国、日本的 1/5。为满足社会主义现代化建设和对外开放的需要，我国的港口建设及整个航运增长的速度必须大大加快。

航运业的科技工作任重道远。

管道运输技术

除了海陆空运输之外，还活跃着一支地下运输力量。这里我们指的不是地铁，而是管道运输。

管道运输的主要对象是石油和天然气，其次是煤炭。而我们常见的各种水管，也可看作是一种简单的管道运输，但人们通常不把它包括在管道运输技术的范畴之内。

管道运输具有高效、安全、受气候影响小、易于远程监控、自动化程度高的优点。它以这些其他运输方式难以比拟的独特优势，受到越来越多的国家重视，近年来得到较快的发展。

1958 年，我国的新疆建成了第一条原油输送管道。70 年代的石油运输管道建设大规模展开。到 1979 年，基本建成了华北、东北、华东地区的主干线管道 4000 多千米，担负着大庆、辽河、胜利、华北和中原等大油田的原油输送任务。截止 1992 年底，我国已建成输油、输气管道 1.6 万千米。每年通过管道输送的原油达 1.3 亿吨（包括 2 次运输），占原油运输总量的近 2/3。

管道输油、输气设备包括密封的管道、加压泵、监测仪器、储藏罐等。管道是由一根根大口径的无缝钢管通过焊接连接起来。考虑安全、恒温等因素，通常将管道埋在地下几米深。管道长达几千千米甚至上万千米，油、气等必须要有一定的压力才能通畅流动，加压泵的任务正是催促管道内的流体快速流动。

管道的铺设有着较高的技术要求。穿越几千里，地理、地质条件各不相同，十分复杂。管道往往需从河流下面穿过，有时要穿过几座大山。管道施

工前，首先要将地下的情况勘探清楚。航空遥感测绘、浅层地震勘探仪等新技术，可高效、准确地探明地下的情况。各种专用施工机械及施工技术，大大提高了施工进度。

目前，管道运输技术正在迅速发展。其重点主要侧重于以下三点：一是管道的直径不断增大，一般将大于 1 米，铺设的距离不断加长，难度增加。二是电子技术、遥控技术、新材料技术等管道运输适用的范围越来越广，除了油、气外，将用于输送煤炭、矿石、粮食等散装货物，连结英法两国的大口径管道、配备特殊的车厢来运送旅客的海底隧道已正式开通。

我国每年要运输成品油 7000 多万吨，目前尚未建成一条成品油运输管道，主要靠油罐列车运输，多方面造成的损失都较大。铺设成品油运输管道已列入我国的建设计划。在煤炭管道运输方面，我国已做了大量的研究工作。为了便于将煤炭通过管道运输，需先将煤制成水煤浆——一种可流动的稠液体。我国在水煤浆制作技术方面，已接近世界先进水平，相信不久即可实现煤管道运输。

总之，管道运输在我国有着广阔的发展前景，随着科技的进步，它将在运输业中发挥更大的作用。

世纪的城市交通

纵观历史，早期的城市几乎无不形成于水陆要津之地。交通便利，商贾云集，久而久之，城市自然形成；横观中外，世界上任何一个大城市的发展，莫不以发达的内、外交通为依托。可见，自古以来，城市与交通便结下了不解之缘。

对于任何一个国家来说，城市交通都是应当优先、着重考虑的问题。这不仅因为城市是社会人口最集中的区域，而且城市还是工商业最繁荣的地区，在整个国家的国民经济发展中具有举足轻重的作用。因此，城市交通状况如何，也反映出一个国家交通状况的整体面貌。

交通运输的选择是一个值得关注的问题。一方面，交通运输方式的选择对城市交通系统的发展有着重要影响；另一方面，运输模式自身也将影响到其在城市交通中所起的作用及整个城市未来发展的模式和特性。由于很长时期以来，运输方式的选择都是以假设的城市为基础的，因而研究的结果也呈多样化，以致在今天的城市交通中，有私人小汽车、自动化导轨运输（AGT）系统、轻型铁路运输（LRT）系统、公交专用道路等多种方式成为人们选择考虑的对象。

那么，未来的 21 世纪城市交通将会形成一种怎样的模式呢？从现实的、客观的角度来看，未来城市的交通绝不会是一个方式上的简单的替换和简化，汽车、无轨电车、有轨电车、轻轨和快速有轨系统，乃至原始的自行车，将共同形成一个多样性系列化的未来城市客运模式。然而谁将在今后的城市交通中唱主角？随着城市的发展，人口的增多，大容量、快速便捷的交通方式会成为主流。

随着经济的发展，人民生活水平的提高，私人汽车的发展将会像城市的壮大一样不可避免。这又给本已拥挤的城市提出了一系列新的难题：众多的车辆在有限的空间里将如何放置？如何行车？污染问题怎样解决？等等。这些无疑都是城市发展中必须正视和解决的问题。事实上，人们已较早地开始

考虑解决这些问题的方案，并提出了不少有价值的新思路。比如，开发电动车、太阳能汽车、实现汽车智能化，建立都市立体化停车场，等等。本章将在这众多的方案中，选择一、二作一简单介绍。

轻轨还是私车

未来的城市交通运输系统应以轻轨为主，还是私人小汽车为主？这是个在 20 世纪五六十年代开始就成为世界性争论焦点的问题。在这个过程中，发展私人高速交通（即私人小汽车）的呼声一度占压倒优势，并使个别发达国家出现过一繁荣的私人汽车时代。然而，私人高速交通至今没有真正形成成为一种运输模式。这是因为它不得不面临高额投入的基础设施建设费和低容量、高投资的小汽车之间至今没有解决、而且似乎永远无法解决的尖锐矛盾。这迫使人们不得不改变旧有观念，重新考虑大容量的公共交通工具。到 70 年代，人们终于认同了轻轨系统作为一种新型交通模式在高性能、高投资、快速客运有轨系统和低性能、低投资的公共汽车之间所起的作用。轻轨交通作为快速交通系统之一，由此日渐受到交通界人士的瞩目。

轻轨交通是“轻型轨道交通”的简称，是相对于重轨交通而言的，有别于地铁和铁路列车的快速有轨电动交通系统。轻轨交通的线路设施、车辆设备和信号系统都没有固定模式，其设计标准也不要求统一化，因而其型式多种多样。其中有轻型单轨列车、轻型双轨列车。单轨列车中既包含悬垂式和跨座式等，还有轨道公共汽车和磁浮式轨道列车等等。

普通轻型双轨电车的受电方式一般为高空架线供电。轻轨线路的 85 ~ 90 % 在地面，其余部分或高架或地下隧道。它适合于客运量在两万人次每小时左右的中等运量的城区或城区与郊区、城区与卫星城及卫星城与卫星城之间的中长途交通。从国外经验来看，在 50 万到 100 万人口的城市发展轻轨交通比较经济实用。

轻型单轨电车是近年来技术上渐趋成熟的一种用于城市客运的中等运量快速轨道公共交通工具。单轨电车交通空间构造物宽度小，占地面积少，遮光面积小。营运速度约 30 公里/小时左右，比较适合于单向定程的两点之间的交通。由于单轨结构轻巧简单，其线路可以大部分高架以跨越其他交通线路和大型的城市设施，如大型停车场、商场等。单轨交通可分为跨座式和悬垂式两种，一般来说，跨座式单轨交通比悬垂式单轨交通的客运能力要大得多。

自动导向式轨道公共汽车是一种新的交通工具，其车轮和车体结构与普通公共汽车并无大的区别，所不同的是其车轮外侧装有一导向用的固体橡胶轮，该轮与钢筋混凝土竖直导向面接触以保证车辆在转弯时沿轨道运行。轨道公共汽车的轨道不是钢轨而是水泥轨道。轨道公共汽车造价低，仅为一般轻轨电车的 $1/2 \sim 1/3$ ，其线路占地也比一般轻轨电车交通少。其运营速度要比公共汽车快得多，运量也比公共汽车大，但比轻轨电车小。轨道公共汽车尽管在速度和运量上赶不上轻轨电车，但其机动性却远较电车为好，即使汽车脱离水泥轨道，在一般的路面上同样可以依靠驾驶员行驶。

磁浮式轨道列车是一种应用高科技发展起来的现代化交通工具，也是目前国外最热门研制和发展的新兴交通工具。从轨道的轻重和车体的大小来看，磁浮列车也可以看作是一种最新式的轻轨交通。

磁浮列车是利用磁力把车体浮起，用直流电机牵引沿导轨运行，其最大特点就是速度快运量大，因悬浮在空中运行，噪声很低、无磨损、平稳安全，乘坐十分舒适。

磁浮列车有超导式和常导式两种。超导式磁浮列车时速高达 517 公里；常导式磁浮列车时速亦可达 413 公里，它是介于铁路与航空之间的交通方式。

总的来看，轻轨交通是一种经济性、实用性都较高的交通运输方式。这主要表现在：

轻轨交通的线路造价和维护、保养的费用都比地铁低 $1/2 \sim 1/3$ 。比如，单轨电车的建设费用仅约为地铁造价的 $1/3 \sim 1/5$ 。轨道公共汽车更仅为一般轻轨电车的造价的 $1/2 \sim 1/3$ 。即使是造价较高的磁浮式轨道列车，其造价也不过与地铁相当，但其运量和运输效率却要高出地铁许多。

虽然轻轨交通车辆购置费要比公共汽车贵得多，但因轻轨车辆的使用寿命长达 30 年，是公共汽车的三倍，就使用年限平均费用而言，两者的差距并不大。

轻轨交通还是一种理想的绿色交通方式。由于采用电力作为驱动能源，故轻轨交通无汽车尾气污染，交通噪声也要比汽车低。这对于环境保护要求越来越高的 21 世纪来说，这种交通方式的发展前景是光明的。

轻轨交通的运营费用较低，容量大。在能耗方面，轻轨交通的能耗还不到公共汽车的 $1/3$ ，比地铁也稍低。轻轨交通（不计磁浮列车）的单向客运量为 1.0~2.5 万人次/小时；是公共汽车的 2~3 倍，地铁的 $1/6 \sim 1/2$ 左右，但由于轻轨交通造价低、速度快、能耗少，其运营费用仅为公共汽车的 58%，地铁交通的 79%。

此外，轻轨交通还具有许多优点。如它可建于地面、地下或高架，不要求与其他交通完全隔离，适应性强；其车辆多为铝合金结构，通常为单节车辆的四轴车，两节车厢铰接的六轴车或三节车厢铰接的八轴车，必要时甚至可以组成列车运行。由于车辆编组小、重量轻，转弯容易，能在大曲率半径间运行，机动性能高，等等。

综上所述，轻轨交通是一种建设资金省，占地少，运输效率高、污染低、经济性强的公共交通工具，在人口越来越多，交通道路用地越来越少的未来城市交通和郊区交通中，将越来越显出其优越性。

错落有致的立体停车场

自人类发明汽车以来，一直都利用现有的地面来停车。因这种停车方位与行车道处在同一标高之上，车辆进出便捷，管理也很简单，这是其优点。然而，在经济迅速发展，汽车拥有量猛增，土地寸土寸金的现代化大都市，这种需要占用大面积场地，把停放车辆一字摆开的传统停车方式，显然已无法再与现实相适应，明显地落伍了。据交通管理部门的一项初步统计表明，在上海市中心区四平方公里的区域内，高峰期的小轿车停放量多达四千余辆，在有限的停车场内，要找到一个停车位，的确已不再是一件容易的事。于是，一种占地少、停车多的新型停车方式——立体化停车场（库）便应时兴起。

其实，立体化的停车方式在发达国家中已算不得什么新鲜事物。早在

1920 年，美国就建成了世界上第一座采用机械升降的立体汽车库。50 年代以后，美国和西欧陆续兴建了多种形式的机械化停车库，到了 60 年代后期，随着世界汽车工业的迅猛发展，城市汽车拥有量剧增，尤其是大量私人小汽车的出现，使得欧、美、日等发达国家的一些大城市都不同程度地出现了停车难的问题。由于大城市车多地少，特别是市中心商业区更是建筑物高度密集，寸土寸金。于是，占地面积小的机械化立体停车场（库）便得到迅速发展。到 1983 年，仅日本的立体车库就达 25,437 座，共有停车位 19.2 万个。

早期的立体车库一般有 2~4 层，利用汽车上下行的坡道连接各层的多层、立体坡道式停车库。后来，为了增加停车的车位，人们又采用垂直输送设备来替代汽车上下行的坡道。由此相继出现了托板式、坑下式和多层升降横移式机械停车装置。目前采用较多的是多层升降横移式停车装置。

多层升降横移式停车装置的结构并不复杂。其上层车位托架可以上下升降，下层车位托架可以左右移动，中间层车位托架则既可升降又可平移。这样，只要中间层和下层各有一个空车位，就可以使车库内任何一辆车自由出入。如停放在第三层的某个车位的汽车需要开出时，只要通过托板的水平移动，使下层和中间层的空位移至需要出车的车位下，然后使停于三层的车辆降至地面。这种开发于 80 年代中期的多层升降横移式停车装置在我国最先使用。

进入 90 年代后，随着电脑智能化管理和自动化包储技术的发展，一种由电脑自动控制的全新的机械化立体停车场（塔）在先进的工业化国家兴起。德国、美国和日本正在日渐普及，英国、法国、瑞士和韩国也开始仿效。

停车塔是人们为充分利用空间高度而设计出的停车场所。最早出现的是立体垂直循环式机械停车塔。这种装置采用链条传动，并在链条上等距离悬挂可以停放汽车的托板，托板可以随链条的转动作升降循环运动，依次停靠到底层出入口处。这种停车塔尽管用地省，停车多，但每出入一辆车，整个传动系统就得一起运作，既耗能，机械部分又易磨损。因此，它已被逐渐淘汰，取而代之的是一种国际流行的高科技机电一体化产品——电梯式立体停车塔。

电梯式停车塔是一种塔式钢结构建筑。塔内停车泊位分设于升降通道的两侧，车辆的存取由高速垂直电梯完成，电梯速度可高达 60~170 米/秒。车库内的整个操作过程由可编程系统控制。当驾驶员将车驶上出入口处的升降回转台的托板上后，只要按摸一下触摸屏式的操作盘，升降电梯就能将车辆运升到指定车位所在的层面，然后由横移传送装置将托板和车辆一起平移到指定车位。汽车需要出库时，驾驶员只要在出入口处将车辆出库的指令和车辆停放车位的编号输入电脑（按下操作盘上的有关按键），可编程操作系统就能自动将需要出库的车辆从停车层面的某一个车位运送到地面出入口的回转台上，并自动将车头调至车库外，驾驶员在付清费用后即可将车开走。由于是用电脑程序控制，泊车和取车过程一般均可在一分钟内完成，而车主无须进入停车场内，存取十分方便。

除向高空发展的立体停车塔外，还有深入地下的停车场。比如法国夏玛里埃市位于凡尔登广场的称为 Parcossille 的圆筒形升降式地下停车场就是一例。在这种停车场，车子是作径向停泊的，由一个移动的平台传送到泊车的位置，每一个圆筒形地下停车场可停泊 55 辆小汽车，车子停泊操作由垂直移动的中央平台及水平移动的装运机负责完成。停车场的地上是该广场的花

园。

无论是向空中发展的还是向地下深入的自动化升降式立体停车场，它们与传统的地面停车场或多层停车场相比，都具有明显的优势。这些优势在于：

(1) 占地少，容量大，可最大限度地利用城市土地与建筑空间。例如，一个占地 58 平方米、高 30~38 米的电梯式停车塔可停放 30~40 辆小汽车，而一般的自走式停车场因受出口、车道和其他设施的影响，存放 30 辆小汽车至少要占地 1000 平方米左右，土地利用率的高低差异是显而易见的。

(2) 泊车与取车全自动化，省时又省事。由于汽车不在坡道和库内行驶，车主无须寻找车位，停车、取车、调头全部由电子控制的自动化机械完成，车主不必入库，存取十分便捷。

(3) 安全可靠、能耗小。由于采用微处理机进行程序控制和车位的选择与显示，泊车和收费以及系统的连锁、保护、事故报警和处理等均可理想的解决，大大减少了故障的发生。除管理人员外，其他人均不能进入车库，可有效地防盗和防破坏。地下圆筒形立体升降式停车库较易密封，故防火性能好。此外，系统用电力推动运作，汽车被运进车库时已经熄火，故无任何废气会造成污染，无需强制通风，也无需大面积照明，耗电仅为普通地下车库的 35%。而且，由于升降系统采用链式传动，传动部分的零部件都采用高强度的工程塑料，运转平稳、顺畅，噪声小，即使夜间运行亦无影响。

(4) 设备先进，操作简便。停车塔内采用了目前最先进的过程自动控制系统和矢量交流调速系统。电梯的升降、托板的横移和回转装置分别采用链传动、三级移叉轮和旋转齿轮驱动的方式来完成，从而使整个系统具有高速、平稳、可靠的运行性能。而其采用触摸方式的操作系统设置在一个操作盘内，车主只要轻触操作盘上的一两个触摸按钮（如出库指令、车位编号）就可完成全部操作过程，无须专门训练。

(5) 造价较低，投资回收期较短。国外资料显示，塔型机械化停车设备的每个车位建造费仅为自走式立体停车场的 75% 左右，其成本的回收期限也仅为自走式立体停车场的 $1/2 \sim 1/3$ ，差异主要在于地价的高低和停车场的规模。地下机械化升降立体停车场的造价虽比地上停车场高，但它能够最大限度地利用地上空间，自由地布置办公或营业场所。

总之，由于大城市建筑物密度极高，要在这土地十分珍贵的地段划出大片土地修建自走式多层停车场（库）的做法是不现实的，也是得不偿失的短视行为，在城市不断扩大、拥挤的未来，只有占地少，泊车多的现代机械化升降式立体停车场（塔），才是解决这些地区停车难的最有效、可行的办法。国外的经验已经证明了这一点。

面向 21 世纪的中国交通

作为一个历史悠久的文明古国，中国四通八达的交通线路以及她为世界交通的发展所作出的贡献，都曾让世界为之侧目。指南针的发明、南、北丝绸之路、水上丝绸之路、郑和七下西洋、玄奘西游、鉴真东渡……等等。所有这些无不在世界交通史上闪烁着夺目的光彩。

然而，随着明代后期开始的“海禁”和“闭关锁国”政策的日益加深，中国作为一个交通大国的地位便日趋没落了。其结果，是导致了一大批丧权辱国的不平等条约的签订，中国也被置于列强的魔爪之下，成了一个半殖民地

国家。

而世界科技的发展却不会因此停止。于是，在几次世界科技浪潮的冲击下，中国被远远地抛在了后面。汽车、轮船、火车的发明，引发了一场世界性的交通革命，而中国，却仍然戴着一副“殖民”与“封建”的脚镣，拉着黄鱼车，在东方这块充满狼烟与泥淖的土地上艰难地跋涉着。

的确，在 19 世纪末 20 世纪初的中国东北和华北地区，也曾修建了几条铁路。然而，让人遗憾的是，这几条修建在中国土地上的铁路却不是中国的铁路（在那样的年代，这并不是一件能够让人吃惊的事），而是恶魔插进祖国母亲心脏里的吸血管。输出的是鲜血，输入的是死亡与奴役。

沉默的中国终于爆发了。在中国共产党的摇旗呐喊和整个中华民族的殊死抗争下，这个历经战火与灾难洗礼的国度终于挣脱了世纪遗留的枷锁，建立了一个崭新的人民共和国。新中国的成立，揭开了世界历史的新篇章。新中国从此一扫遍地狼烟，开始了民族经济建设的新征程。民族交通事业的发展，也从这里拉开了序幕。

毫无疑问，建国以来，我国交通建设事业所取得成就是巨大的。公路、铁路、远洋轮船、航空运输，我们都从无到有、从小到大地发展起来了。然而，几百年的延误，毕竟使我们落后得太多。无论是基础设施建设，还是新技术的开发应用，与发达国家相比，我们都有相当大的差距。尽管在几代人的努力下，这个差距在逐渐缩小。然而要赶上甚至超过发达国家的水平，我们还需要时间，还需要几代、十几代甚至几十代人的不懈努力。

迎接挑战的中国公路交通

自汽车发明以来，公路运输便以其机动灵活、能实现门到门运输服务的特有魅力赢得了世人的青睐，在短短的一百余年中获得了突飞猛进的发展，成为人们使用最广泛、接触最频繁的一种运输方式。

我国的公路运输自改革开放以来也有了迅速的发展。公路通车里程从 1978 年的 89.02 万公里增加到 1993 年的 108.35 万公里，并于 1988 年建成了我国大陆上第一条高速公路——沪嘉高速公路，全国民用汽车由 1980 年的 178.3 万辆增至 1992 年的 692 万辆；公路运输基础设施的配套设施——客货运站也有了长足的发展。

但是，我们应该清醒地认识到，无论与世界发达国家相比，还是从满足我国社会经济发展的需求出发，我国的公路运输都还处于相当落后的状态，还处于初级发展阶段的水平。这主要表现在：

一方面，发达国家的公路不仅技术等级高，而且其公路网兼具毛细血管与大动脉的作用。而我国则公路网数量少、技术等级低，混合交通、通行能力低。我国的公路网密度按人口平均只及美国的 $1/25$ ，日本的 $1/10$ ，印度的 40% ；按国土面积平均，只及美国的 $1/6$ ，日本的 $1/27$ ，印度的 $1/4$ 。除 6313 公里汽车专用公路外，我国公路上汽车、拖拉机、畜力车、自行车等混合行驶，互相干扰。高速公路至 1992 年仅有 1145 公里。由此可见，我国公路设施的双重作用远未实现，仅仅是向这方面迈出了第一步。

另一方面，在发达国家，公路运输在优势领域中占领的程度极高，公路运输不仅是短途运输的主力，而且还是客运和高价值、高时效货物中长途运输的主力或重要力量。如美国 1987 年城间公路货运的平均距离为 925 公里；

日本 1986 年农产品中畜产品、水产品全部由公路运输，97% 的蔬菜和水果和 80% 以上的其他农产品也由公路运输。我国公路货运优势领域却发展迟缓，零担、集装箱、快件、鲜活及危险品等货物运输比重甚微，如 1989 年公路部门完成的零担货物运量仅占其公路货运量的 0.5%，货物周转量的 2%。快件货运或限时运输则处于起步阶段。形成这种状况的原因主要在于：发展这些领域需要配置专用车辆，形成货运网络，实行科学组织管理，才能充分发挥优势。而我国的车辆装备水平低下，技术性能落后，结构不合理，严重缺乏大吨位柴油车，专用车辆也只占货车的 3% 左右。总之一句话，由于基础设施差，车辆装备落后，我国公路运输优势领域的占领程度还十分小。

此外，我国公路运输在运输组织管理体制、运输市场发育及运输企业结构方面也都存在不少问题，导致我国公路运输经济效益不佳，运输商品化、社会化水平不高，运输效率低下。突出一例为货车空驶率高达 47~49%，而发达国家仅为 20~30%，大量空驶的汽车不仅浪费了大量的运力和燃料，也加重了交通拥挤的社会问题。

根据预测，到本世纪末 21 世纪初，我国民用汽车将达到 1200~1300 万辆，其中载货汽车为 900~950 万辆，载客汽车为 300~350 万辆。载货汽车中，重型和轻型汽车的比重将上升，集装箱运输车、厢式车、冷藏车等专用车辆也将有较多的增长；载客汽车中，中小型客车的比重将上升，大型舒适型客车、卧铺客车、中小巴、小轿车等将是发展重点。汽车拥有量的剧增，将使我国原本落后的路况面临更加严重的挑战。

为了缓解基础设施严重滞后的矛盾，使交通运输适应国民经济发展的需要，交通部于 1989 年提出了面向 21 世纪，建设公路主骨架、水运主通道和港站枢纽的长期规划设想，描绘了一幅 30 年发展的蓝图。

公路主骨架，又称国道主干线，规划总里程为 30,000 公里左右，主要由汽车专用公路组成，将于 1991~2020 年建成。到 2000 年，我国公路网里程将达 125 万公里，重点建设“两纵”、“两横”和三个重要路段。

“两纵”一是从黑龙江最北端的同江开始，经哈尔滨、沈阳、大连、青岛、上海、深圳、广州到海南岛最南端的三亚；二是从北京开始经石家庄、武汉、广州至珠海。“两横”一是从江苏连云港开始，经郑州、西安、兰州、乌鲁木齐至新疆的霍尔果斯；二是从上海开始，经南京、武汉至成都。2000 年以前，首先要用高等级公路贯通这四条国道主干线。连结一百多个大城市，全长约 14,500 公里，其中高速公路占总里程的 29%，汽车专用一、二级公路占 40%。另外，还有三条总长为 3320 公里的国道主干线也要在 2000 年建成汽车专用公路。一条是连接华北与东北的进关与出关主要通道——北京至沈阳公路；一条是西南地区重要出海公路——重庆经贵阳、南宁通向北部湾地区的公路；另一条是连接华北与华东两大经济区的重要通道——北京至上海公路。这“两纵”、“两横”和三个重要路段，既是公路网的主骨架，又是我国综合运输大通道的组成部分，建成之后将为沿线地区广泛发展长途跨省快速直达公路客货运输创造良好的道路条件。

此外，在 21 世纪初的 20 年里，我国将再建八条联结全国所有省会城市和 50 万人以上城市的公路主干线。公路网数量的增长和技术状况的改善，将使公路网由目前主要承担面上运输的单一作用向双重作用转化。在重点建设国道主干线和省级干线的同时，相应发展县乡道路，形成干枝相连，即毛细血管组成的微循环系统和大动脉组成的大循环系统相结合的完备体系，实现

公路网的双重作用。

1989 年规划还强调在 1991 ~ 2020 年间，全国要建成包括 30 个省会城市、重要的中心城市、沿海港口城市和经济特区城市在内的 45 个公路主枢纽。所谓公路主枢纽是指位于公路网或综合运输网络枢纽位置的城市公路客货运站的综合系统。整个系统由客运和货运两个中心站及其若干个分站组成，是旅客和货物实现中转的场所、办理客货运业务的窗口、组织联合运输和合理运输、实现行业管理的基地；拥有为车辆提供技术服务和为旅客、司乘人员提供生活服务的设施；还可兼有货流中心、信息中心的功能。到目前，我国已有沈阳、郑州、深圳和广州的公路主枢纽规划通过了评审进入实施阶段，其他城市的规划正在编制中。公路主枢纽工程的实施，将使公路网的优势作用得到充分的发挥。

在公路运输发展的软环境方面，将通过建立法规、健全法制，培育健全的运输市场；深化体制改革，建立适应市场经济体制的运输管理体制，促进运输业的改组和经营机制的转换，提高公路运输社会化、商品化水平；在运输组织管理上采用新技术，如采用现代化通信和计算机设备，建立适应市场经济活动的信息管理系统，运输企业广泛采用微机辅助管理等，以提高运输效率、服务质量和管理水平。

综上所述，到 21 世纪上半期，我国的公路运输由于硬、软环境的良性变化将会有巨大的发展。这个发展将使我国的公路网更为稠密，不仅成为实现面上运输的毛细血管，而且，其数量众多的国道主干线，将与铁路和水运主航道一样，起着运输大通道的作用。从而使我国公路交通运输的重要性大大加强。

冲出困境的中国铁路交通

与汽车、飞机等运输方式相比，铁路运输具有运输能力大、能耗小、污染少、全天候及安全可靠等众多的优点。因此，从 20 世纪 80 年代开始，人们把发展交通运输的注意力集中到铁路运输上，特别是高速铁路的研制和运行，使世界各国掀起了一股改造现有铁路和新建高速铁路的热潮。

建国四十多年来，我国铁路交通运输的发展成绩是喜人的。到目前为止，已建成营运线路近 54,000 公里，形成了相当规模的铁路交通运输网。然而，现有的铁路运输能力与我国迅速发展的国民经济相比，已经显得明显地落后了。“买票难、乘车难、运货难”已成为我国经济进一步发展的阻碍。专家们预言，到 2000 年，以原材料、能源、加工产品为主的年货运总量将达到 21 亿吨，旅客年发送总量将突破 15.5 亿人次。如此庞大的运输量，将使我国运输能力原本不足的铁路运输面临着更大的挑战和严峻的考验。如何改变落后的铁路交通面貌，跻身先进国家的行列，是我国经济发展中迫切需要解决的跨世纪的时代使命。

本着面向 21 世纪，服务于国民经济建设的思想，一张中国铁路建设跨世纪工程的宏伟蓝图已经绘就，这个宏伟蓝图的基本内容包括：加强铁路建设速度，建成以大能力区际运输通道为主的四通八达的全国性铁路网；发展重载高速铁路，致力提高铁路运输的能力与效率；采用先进技术和装备，实现运输管理的自动化、信息化；等等。

重载和高速是交通运输现代化的标志之一，也是未来铁路客运、货运发

展的必然趋势。在今后的发展中，我国将大力提高列车载重量，努力提高行车速度，促进高速、重载列车的发展。

我国的重载运输起步于 80 年代。“八五”期间，我国建成大同——北京——秦皇岛第一条重载铁路，揭开了我国重载列车的序幕。几年来，在大秦铁路上已成功地运行了采用国产大功率电力机车和新地 C₆₃ 敞车组成的 5000 吨级重载运煤列车，并且解决了进一步运行万吨级重载列车的关键技术问题。最近，铁路部门已确定了在完善大秦运煤专线配套设施的基础上，进一步在其他繁忙的铁路干线上推广和发展 5000 吨以上的重载货物列车的计划，并争取在 15 年内实现各条繁忙铁路干线上开行整列式或组合式的重载列车。

1994 年广（州）——深（圳）准高速铁路的胜利建成，成为我国高速铁路发展史上的第一块里程碑。目前，北京——上海——杭州高速铁路的规划、研究和试验工作正在紧锣密鼓地进行。第一阶段上海至南京段线路的提速试验已圆满完成。预计到 21 世纪初，将陆续建成时速为 200 公里的北京——上海——杭州、济南——青岛以及沈阳——大连的高速铁路线。经过 10~20 年的发展，全国还将先后建成包括北京——哈尔滨、北京——武汉——广州、徐州——郑州——西安在内的一批时速在 250 公里以上的高速铁路线。我国铁路将由此跨入高速时代。

除重载、高速铁路外，基础铁路的建设仍是我国铁路今后发展的重点。就目前的总体布局来看，我国铁路分布极不均衡，铁路网东密西疏的态势明显。因此，西部的铁路建设无疑将成为我国编织 21 世纪四通八达铁路网的一个极其重要的方面。

据报道，西部铁路建设的总投资将超过 2000 亿元人民币。其总体规划是：扩大连接东部铁路干线的出口，开拓通往边境的铁路干线，增修环路路网的联络线和支线，到 2020 年形成营业里程为 25,000 公里的干支协调、畅通便捷的铁路网络。

到 2000 年，将建成南宁——昆明、西安——安康、宝鸡——兰州首批三条连接东部铁路的干线。之后，再完成包括川汉线在内的重庆至怀化、红会经平凉至三原等铁路线，并形成从昆明经株洲至长江三角洲的东西向大能力通道。那时，由西向东的铁路干线将从目前的五条增加到 10 条。在 2000 年之前，还将建成祥云——思茅——勐腊——尚勇、广通——大理——瑞丽等 5~6 条通达边疆的铁路通道。与此同期完成的还有兰州——广元、西宁——成都、乌苏——克拉玛依、格尔木——柳园等铁路网联络线。

21 世纪初，由西宁——拉萨的第一条进藏铁路将正式建成通车，西藏无铁路交通的历史将从此改观。继这条世界上海拔最高的铁路投入运营之后，昆明——拉萨的滇藏铁路、成都——拉萨的川藏铁路也将开进西藏。

我国东部地区铁路网虽较稠密，但由于经济发展迅速，因此仍然面临着客运、货运能力不足的困境。强化现有线路的改造和开辟区间联络通道，仍是今后改善东部地区铁路运输状况的一项重要任务。1995 年 11 月，京九铁路提前接轨辅通，揭开了走向 21 世纪东部铁路建设的帷幕。按计划，到 21 世纪初，东部地区铁路的复线率将由 1990 年的 24.4% 提高到 34%，电气化率将由 13% 提高到 28%，内燃机车和电力机车牵引率将提高到 95% 以上，并计划建成一批包括京沪、京哈、济青、沈大等高速铁路在内的客运第二双线。由于重载货物列车和高速旅客列车分别在各自的专用铁路上行驶，将彻

底改变目前繁忙干线上客运、货运相互干扰、相互制约的局面，大大提高东部地区的铁路运输能力。

我国铁路不仅担负着国内的运输任务，而且也是沟通大西洋和太平洋地区各国的陆路通道。目前，经过我国境内，沟通欧亚铁路网的欧亚大陆桥有三条。随着世界经济的发展，这三条大陆桥所能提供的运输能力，已越来越无法满足跨世纪的客、货运要求。为此，我国和周边国家正在积极合作开发和构筑新的国际铁路通道。其中，被称为东北运输主干线的第四条欧亚大陆桥将由联合国开发计划署共同投资、参与建设。该大陆桥从俄罗斯赤塔市开始，途经博尔贾、乌兰巴托、乔巴山、塔木察格布拉克，进入我国阿尔山车站，经白河线、长白线、长图线、图珥线，从吉林的珥春站出境，再进入俄罗斯。这条运输线建成后预计每年可承担过境货运量达 1000 万吨，使包括我国在内的东北亚地区三亿多人口受益。

到 2000 年，从库尔勒至喀什的南疆铁路将建成。下一步计划将使这条铁路从喀什延伸到吐尔苏特出境，与吉尔吉斯斯坦的奥希车站相接，在穿越乌兹别克斯坦、土库曼斯坦后，最终到达伊朗首都德黑兰。

21 世纪初，我国还将构筑两条通往东南亚的国际运输通道。一条是自云南祥云出发，经思茅、勐腊，从尚勇出境，再经老挝、泰国、马来西亚，最后抵达新加坡；另一条是自云南大理出发，经保山、瑞丽，从畹町出境进入缅甸，再经腊戍、曼德勒最后到达仰光。这两条亚洲南部大陆桥的开通，可以贯通我国西南、华南各省与东南亚、西亚各国交通联络，成为下一世纪新兴的欧亚黄金通道。

除地面的长途铁路网外，地下铁路作为解决城市交通紧张问题的有效途径，也是我国 21 世纪铁路运输发展的一个重要方面。目前，已有北京、天津、上海三个城市建成地下铁路并已投入运营，其他不少城市正在立项、规划筹建地铁。预计到 21 世纪初，我国大城市将建成的地下铁路可达 400 公里。然而，地下铁道却具有投资大、建设周期长的缺点，无法解决城市客流量迅速增长所造成的交通拥挤问题。轻轨交通作为解决这一问题的有效方式，已为我国所认可，并计划到 21 世纪初全国百万人以上的大城市要逐步发展快速轻型轨道交通。目前全国第一条轻轨高架城市铁路已在上海立项开工，这条全长 36 公里的轻轨高架城市铁路预计将于 1998 年建成并投入运营。

可以预料，21 世纪的中国铁路将会有有一个历史性的新发展，以大能力区域运输通道为主的四通八达的全国性铁路网和多条国际铁路运输通道的建成，将使我国和世界的经济联系进一步加强，极大地促进我国经济的发展，特别是为西部地区经济的腾飞和东西差距的缩小提供了一个十分有利的契机。

前景广阔的中国航海事业

我国有着发展海运事业的良好自然条件和经济环境。海洋运输在我国南北物资交流、能源运输和促进沿海地区经济发展中有着重要意义，在外贸运输中更是具有独特的优势。中华人民共和国成立后，特别是自改革开放以来，随着国民经济和对外贸易的迅速发展，我国的海运事业和航海技术都有了长足的进步。到本世纪 80 年代末，我国已成为世界十大海运国家之一。截至 1993 年底，我国 100 吨以上的船舶共 1811 艘，2164 万载重吨，居世界第五

位。

和平与发展已成为当今世界的两大主题。国际和各国航海事业的未来发展与世界各国经济发展的速度密切相关。进入 80 年代末 90 年代初，世界经济出现了向一体化和集团化发展的趋势，世界上一些地区已经和正在形成经济共同体、自由贸易区和经济大市场。这种经济区域集团化和统一市场的形成和发展，将为 21 世纪世界经济贸易、交通运输带来深刻影响。

据有关资料表明，到本世纪末，全世界的国民生产总值将以 3% 的年增长率递增，而国际总贸易额的年增长率将达到 5%。这种已持续十年的世界贸易增长速度高于经济增长速度的趋势，预计在 21 世纪将会继续持续下去。这一势态表明国际市场容量在增大，国际运输业将由此获得继续发展的良好机会。而从 21 世纪货物运输的结构和特点看，一方面，国际贸易商品将继续提高适箱货；另一方面，货物运输量中初级产品和半成品、成品的比例将有较大的变化。鉴于国内外集装箱运输的迅速发展和船舶在运载条件、营运速度等方面的改进，加上船舶所特有的运量大和运价低等优点，21 世纪国际商品贸易的运输仍将以海运为主。

近年来，中国的经济呈现出持续、迅速发展的势头，以 1993 年为例，全国国民生产总值突破三万亿元大关，年增长率达 13.5%，进出口贸易总额达 1957.2 亿美元，比上年增长 18.2%。在改革开放的大潮中，中国已成为世界上经济最活跃、发展速度最快的国家之一。国外、国内良好的经济发展形势，必将进一步促进和推动我国航海运输事业的发展。

但就我国航运业的现状来看，无论与我国经济发展需求还是与发达国家的水平相比，都还有较大的差距。比如，我国航海船队还存在结构欠合理、船舶平均吨位小、技术水平低、船龄老化严重等问题。由此导致运输效率低、经济效益差、安全性不高等等，使得我国船队在国际航运业中缺乏强劲的竞争力。

对于上述问题，我国航运界已有了越来越清醒的认识。近年来，中国各航运公司的船舶不断更新，现代船舶导航控制和安全通信系统已应用于实际航行和管理之中。面向 21 世纪的中国航海将全面应用和发展现代高新技术。

随着国内外航运业和航海科技的不断发展，人们对船舶安全航行和经济效益提出了更高的要求。而现代科技，特别是电子、通信和计算机等高新技术的迅速发展，为船舶营运的安全和高效提供了可靠的保证。因此可以说，现代化的先进设备已成为各国航运业提高竞争力的重要手段，也是我国航运面向 21 世纪所应努力发展的方向。目前我国各远洋公司、海运集团以及一些主要地方公司的船舶基本上已装备了自动雷达标绘仪装置，并安装了现代导航装置——全球定位系统（GPS），许多船舶还开始使用了全球海上遇险和安全系统（GMPSS）。此外，我国航海科研人员已成功地开发研制了电子海图显示系统（ECDIS），并已将这种技术运用到了船舶与港口交通安全管理之中。

与此同时，中国还抓紧了岸基支持系统的建设。按照 GMPSS 的实施要求，沿海的海岸电台正重新布局 and 进行设备的更新与改造。1991 年 6 月建成并开通了 INMARSAT—A 北京海事卫星地面站，可为太平洋和印度洋两洋区的海、陆用户提供卫星移动通信服务。并将以此为基础，全面建立交通卫星通信服务网络。该网络建成后，中国的交通通信面貌将大为改观。它不仅可为海事用户提供功能完善的服务，而且可以更广泛地为其他移动用户提供服务。

此外，一种功能较为完善的船舶交通管理系统（VTS）已在许多港口建成

或部分地投入使用，将在中国沿海港口及船舶交通管理方面发挥积极的作用。

为进一步确保航行安全，除推广和普及上述现代导航与海上安全与通信技术和设备外，我国科研人员还充分利用上述新技术，研究开发可用于近期和未来船舶航行的、能够自动操作与控制的人工智能与专家网络处理系统，从而形成一个由各种高新技术相互渗透和结合的，可进行全球、全天候、实时、可靠的通信、定位、导航和避碰的更为先进的实用航海系统。随着该系统的完善和推广应用，我国航海的技术水平的安全性能将大大提高。

港口和运输船队的建设是我国航海事业适应 21 世纪发展需要的重要环节。为了充分利用我国大陆长达 18,000 公里的海岸线及全国总长 14,000 公里的岛屿岸线，有关部门在满足社会经济发展目标和要求，适应扩大对外开放的需要，并考虑到资源开发和生产力布局、各港口的合理利用与分工及 21 世纪货物运输的结构与特点的基础上，已对沿海港口的开发利用作了规划。船队建设方面，主要致力于船队结构和营运线路的调整、更新船舶、降低平均船龄、根据运输需要发展各种专用船舶，采用新技术提高船舶经济指标和安全性能，等等。

在高新技术和生产管理高效益的时代里，全面加强现代化航运管理工作和提高经济效益，是水上运输管理部门的首要任务。为使中国的航海事业适应 21 世纪的新形势和新需要，港航管理的现代化也是不可缺少的基本条件。管理决策的科学化、管理手段的现代化和管理人员的专业化，是现代港航管理的必要条件。为此，必须引进一些国际先进的装备、技术和科学的管理方式，建立一整套适应中国社会主义市场经济需要，又能与国际惯例接轨的管理方法。

根据本世纪末和下世纪初航运经济发展的需要，中国将在全国加强现代航运管理、不断提高管理效益的前提下，继续扩大海陆空联运的门对门的运输，并搞好班轮运输，为顾客提供更方便、快捷、优质、价廉的海上运输服务。

中国航海事业的兴旺发达与国际航海的发展有着密切联系，21 世纪国际航海的发展也有待于包括中国在内的世界各国的共同努力。展望未来，我们充满信心。

充满希望的中国航空事业

1918 年，我国历史上第一个正规的飞机制造厂——福州马尾海军船政局设立的海军飞机工程处（后改名为海军制造飞机处）的出现，可以说是中国航空工业的开端，而 1929 年“中国航空公司”的成立，则标志着中国航空运输业的开始。

尽管在解放前的中国已出现航空工业和运输业，但其发展却极其缓慢。这不仅表现为技术水平低，而且规模也极为有限。如海军制造飞机处在前后 20 年的时间里，仅生产了三十余架飞机，年均生产不到两架，然而，在民穷国弱的旧中国，即使是如此小规模飞机制造工业，也无法得以维护，在战争爆发后迁往重庆不久（1939 年）就寿终正寝了。因此，从某种意义上来说，中国航空事业的真正发展，是在中华人民共和国建立以后。

由于基础薄弱，建国初期，我国的航空工业是十分落后的，只能作一些

简单的飞机修理和仿制。航空运输和军用飞机的全部家底就是数量有限的受降日机和从前苏联购买的飞机，当时的航空事业的确可谓是“一穷二白”。

历史给我们的教训太深刻了，因此，在建国伊始，党和国家就十分重视和支持航空事业的发展。在党和国家的关怀下，经过四十多年的艰苦创业，我国航空事业已经取得了举世瞩目的成就。从初期只能简单修理和仿制，发展到今天已经能够自主研制生产歼击机、轰炸机、强击机、直升机、运输机、散练机和民用客机等各种类型的军民用飞行器和相应的发动机、机载设备、武器电控设备等配套产品。到 1996 年初为止，我国航空工业 47 年来累计生产了近 70 个型号 14,000 架军、民用飞机，各种发动机 50,000 台和多种航空机载设备。改革开放以来，航空工业从单一的军品结构向军民结合、内外结合方向发展，取得了可喜的成果，航空工业品达五千多种，民品产值已占工业总产值的 70% 以上，已经建立起军民结合，科研、生产、经营、教育结合，技工贸结合，技术密集，基础雄厚的高科技产业体系，成为国防建设和民用经济建设的一支重要力量。

在“八五”期间，中国航空工业年均增长率达 22%，一些重点和国际合作项目取得突破性进展。在军用飞机方面，一批飞机完成设计定型开始装备部队；一批飞机完成首飞，可望在“九五”完成设计定型。在民用飞机方面，运七、运八改进、改型有了一定进展，运十二型飞机已通过美国联邦航空局适航审查，20 架 MP—90 飞机的生产工作已全面展开，100 座级飞机正在加紧进行可行性研究。此外，在“八五”期间，还完成了干线飞机机身、民用发动机、运七、运八、直八、运五、麦道机头、麦道平尾、波音尾翼及转包项目的生产条件改造；在提高引资方面，航空工业共吸引外资 1.9 亿美元，分别投入 11 个重点项目。

民航运输方面的发展也很迅速。为了加强国内外的联系和交往，我国不断开辟新航线、延伸旧航线；增加航行班次，加大航运量，目前，我国已开通国内、国际航线两百多条。1995 年，中国航空运输同各大洲主要国家机场的航空往来继续保持持续增长的强劲势头，到 1995 年 12 月 20 日，已提前全面完成全年航空运输任务，全行业完成运输总周转量 71.5 亿吨公里，旅客运输量 5150 万人次，货邮运输量 100 万吨，分别为年计划的 108%、111% 和 105%。

为了加强中国民航在国际航空运输业中的竞争实力，除大力扶持民族航空工业、引进先进技术外，我国还大力引进一些技术先进的机型。1996 年 1 月 1 日，中国南京航空（集团）公司购买的中国民航首架波音 777 客机（美国波音公司制造的世界最先进民航客机）完成广州——北京首航，标志着中国民航在引进机型方面迈出了新的一步。

当代航空工业是知识密集、技术密集，高投入高附加值，高出口创汇的高新技术产业，是衡量一个国家综合国力和科技发展水平的重要标志之一。因此，党和国家一向重视和关注航空事业的发展，并在各方面给予大力支持。14 届人大四次会议通过的《建设》等已把航空工业列为“九五”高科技发展项目，并纳入国家控股投资公司试点。这给我国航空工业的进一步发展带来了新的机遇，同时也提出了挑战。

尽管我国航空事业有了十分喜人的发展，然而，与世界航空大国相比，差距仍然是明显的。但是，面对 21 世纪，我们完全有理由相信我们能够自主、独立地发展我国的民族航空事业，缩短、消除与航空大国之间的差距。只要

全国人民共同努力，21 世纪中国航空事业的发展将大有希望。

