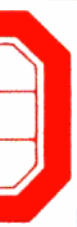




交通 科学



21世纪科技大趋势

主编 张金方 张三同



京 华 出 版 社

《21 世纪科技大趋势》丛书编委会

主 编 张金方 张三同

副主编 欧阳青 张哲生 李自然 白 洁

编 委	张金方	张三同	张哲生
	于笑然	白 洁	李自然
	何云峰	陈少发	安全贵
	吕卫东	霍书梅	宋 全

策 划 宋 全 高洪凡

编 前 语

伴随着时光的流逝，人类历史上一个重要的世纪——20 世纪，在高科技文明的掩映下，正悄然地离我们而去，一个希望与挑战并存的 21 世纪则满怀强烈的激情向我们走来。

适逢世纪更迭的关键时刻，我们除了重温以往的舒适与优越之外，更应理智地立足现实，总结过去，展望未来。21 世纪将是科技时代的预言已成为人们共知的真理，到那时，现今的中小学生无疑将是驾驭科技的主体。而遍观我国目前的中小学教育，相关的科技内容却十分匮乏，很不利于学生科技意识和能力的培养。基于此，由国家教委普教处和北京市科协组织部分专家学者，从现实出发，选取与我们的关系密切的内容为写作对象，策划编写了《21 世纪科技大趋势》丛书。全书分 14 册，包括气象科学、医疗技术、计算机技术、海洋工程、机器人技术、生物工程、交通科学、军事科技、信息技术、环境科学、航空航天工程、材料科学、能源科学等方面的内容。希望通过这套丛书使同学们从中了解当今科技热点发展的动态及趋势，提高和培养同学们发明创造的素质与能力。

当然，由于时间等多方面原因所致，不足之处在所难免，还望同行与读者批评指正。

编者

1996 年 12 月 28 日于北京

目 录

编前语	
-----------	--

1. 人类交通的历史与现状	(1)
---------------------	-----

1.1 阡陌纵横——陆路交通	(2)
----------------------	-----

1.2 蛟龙“戏”水——水路交通	(7)
------------------------	-----

1.3 天马行空——航空交通	(12)
----------------------	------

2. 21 世纪的交通趋势	(17)
---------------------	------

2.1 自行车不会走进博物馆	(17)
----------------------	------

2.2 汽车将找到新的动力能源	(20)
-----------------------	------

2.3 高速公路将进入飞速发展时代	(24)
-------------------------	------

2.4 高速铁路充当陆上交通的骄子	(27)
-------------------------	------

3. 21 世纪的新型交通工具	(32)
-----------------------	------

3.1 “绿色产品”——电动摩托车	(33)
-------------------------	------

3.2 “绿色”自动化汽车	(37)
---------------------	------

3.3 “家庭式”列车	(41)
-------------------	------

3.4 海运家族的新贵——地效翼船	(46)
-------------------------	------

4. 21 世纪的交通管理	(50)
---------------------	------

4.1 敏捷的智能交通系统	(50)
---------------------	------

4.2	精准的卫星导航技术	(54)
4.3	奇妙的“薄片雷达”	(57)
4.4	开放式的遥控电子收费系统	(60)
4.5	便捷的磁卡车票	(62)
5.	21 世纪的城市交通	(67)
5.1	轻轨还是私车	(68)
5.2	错落有致的立体停车场	(72)
6.	面向 21 世纪的中国交通	(77)
6.1	迎接挑战的中国公路交通	(78)
6.2	冲出困境的中国铁路交通	(83)
6.3	前景广阔的中国航海事业	(88)
6.4	充满希望的中国航空事业	(92)

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。

1.1 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久远的历史。

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、陶文中已出现有大量的“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已有了车。

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制、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别快车平均时速已达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。

1.2 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送作用作为动力；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，也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，当自轮船的出现始。

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。

1.3 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