

世界地下空间研究丛书
陈志龙 王玉北 主编

世界地下交通

王玉北 陈志龙 主编

东南大学出版社
Southeast University Press

绪论

1 地下步行通道

1.1 巴比伦古隧道

1.2 古罗马大斗兽场隧道

1.3 南美洲印加多尔古隧道

1.4 古代主要地下通道一览表

1.5 泰晤士河隧道

1.6 耶路撒冷

1.7 自行车道

2 地下步行系统

2.1 土耳其古老的地下步行系统

2.2 俄克拉荷马 (Oklahoma) 城地下步行系统

2.3 蒙特利尔 (Montreal) 地下步行系统

2.4 多伦多 (Toronto) 地下步行系统

3 地下河道

3.1 船的演进历史

3.2 自然地下河

3.3 地下运河

4 铁路隧道

4.1 火车的发明

4.2 世界上第一条铁路

4.3 铁路隧道的建设

5 地铁

5.1 概述

5.2 世界上第一条地铁

5.3 伦敦地铁线网

5.4 纽约地铁

5.5 世界地铁总览

6 地下机动车辆

6.1 机动车辆发展简史

6.2 美国 Lincoln 隧道

6.3 挪威洛达尔隧道

6.4 中国隆南隧道

6.5 城市地下快速路

7 地下静态交通

7.1 地下停车场

7.2 船只地下停放

7.3 地下停车系统

展望

THE UNDERGROUND TRANSPORTATION OF THE WORLD

世界地下交通

东南大学出版社
·南京·

主编	王玉北	陈志龙	
编写	康 棣	俞榕华	赵 蕊
	邬建华	何 磊	李冀湘
	王志敏	董 磊	刘 宏
	周喜成	张 乐	何 伟
	关晓曦	张 铮	陈先南
	马志春	龚 超	

图书在版编目(CIP)数据

世界地下交通 / 王玉北, 陈志龙主编. — 南京: 东南大学出版社, 2010.5

ISBN 978-7-5641-2044-3

I. 世… II. ①王…②陈… III. 交通工程: 地下工程—简介—世界 IV. U491

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第016922号

世界地下交通

出版发行: 东南大学出版社

社 址: 南京四牌楼2号 邮编: 210096

出 版 人: 江汉

网 址: <http://press.seu.edu.cn>

电子邮箱: press@seu.edu.cn

策划编辑: 徐步政

文字编辑: 孙惠玉

责任印制: 张文礼

经销: 全国各地新华书店

印刷: 恒美印务(广州)有限公司

开本: 889mm × 1194mm 1/16

印张: 14

字数: 280千字

版次: 2010年6月第1版

印次: 2010年6月第1次印刷

书号: ISBN 978-7-5641-2044-3

定价: 99.00元

本社图书若有印装质量问题, 请直接与读者服务部联系。

电话(传真): 025-83792328

目录

绪论	1 地下步行通道	2 地下步行系统	3 地下河道
001	016	038	054
	1.1 巴比伦古隧道	2.1 土耳其古老的地下步行系统	3.1 船的演进历史
	018	040	056
	1.2 古罗马大斗兽场隧道	2.2 俄克拉荷马(Oklahoma)城地下步行系统	3.2 自然地下河
	018	042	057
	1.3 南美洲厄瓜多尔古隧道	2.3 蒙特利尔(Montréal)地下步行系统	3.3 地下运河
	018	042	064
	1.4 古代主要地下通道一览表		
	020		
	1.5 泰晤士河隧道	2.4 多伦多(Toronto)地下步行系统	
	026	048	
	1.6 郭亮隧道		
	031		
	1.7 自行车道		
	033		

4 铁路隧道

074

4.1 火车的发明

076

4.2 世界上第一条铁路

079

4.3 铁路隧道

080

5 地铁

098

5.1 概述

100

5.2 世界上第一条地铁

101

5.3 伦敦地铁线网

103

5.4 纽约地铁

109

5.5 世界地铁总览

114

6 地下机动车道

120

6.1 机动车发展简史

122

6.2 美国Lincoln隧道

132

6.3 挪威洛达尔隧道

146

6.4 中国终南山隧道

147

6.5 城市地下快速路

152

7 地下静态交通

170

7.1 地下停车场

172

7.2 船只地下停放

186

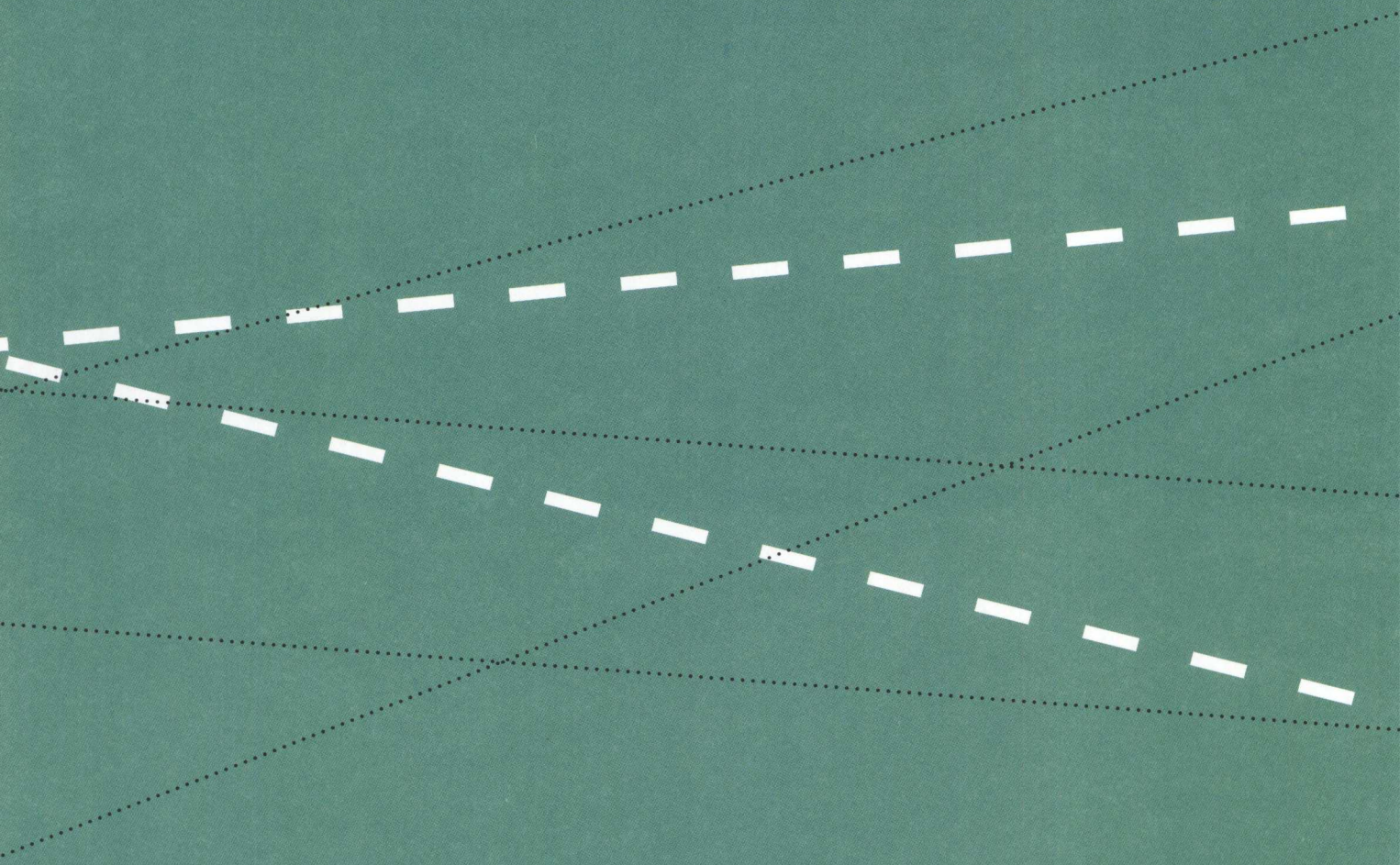
7.3 地下停车系统

188

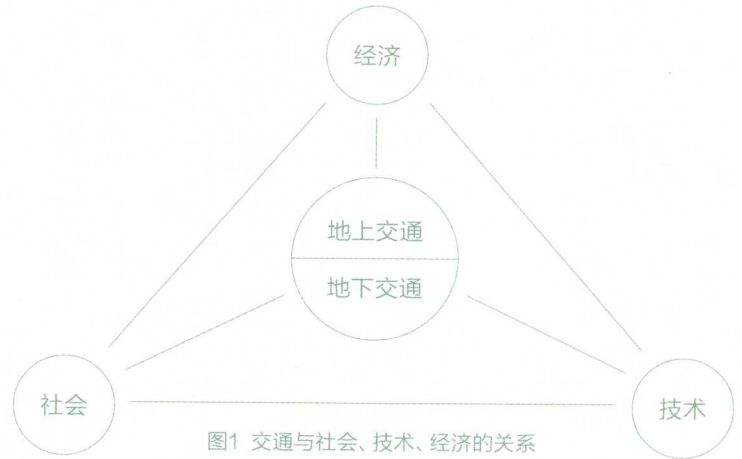
展望

193

绪论



地下交通作为地上交通的补充和延伸，随着人类技术和经济的发展而起步，而人类技术和经济的发展又是以人类社会的发展为背景的，如图1所示：



人类的历史大约可以追溯到300万年以前，目前已知最早的人种是东非人。最初的人类靠着采集和狩猎方式生活了200多万年；到了大约1万年前时，人类已经从当初的几个发源地散布到了各个大陆。

人类为了自身的生存，在与环境斗争的过程中双手变得越来越灵巧，大脑越来越发达，逐渐产生了语言和意识，并形成了社会。

在新的生存环境压力下，一种不同寻常的生存方式首先在几个地区出现，这就是种植谷物和驯养动物，农耕的历史大约只有1万年。在出现农耕以前数百万年的漫长岁月里，人类的祖先依赖采集和渔猎为生。在采集和渔猎过程中，人类逐渐学会了用人工的方法改善野生植物的生长环境或者模仿自然的生长过程以增加采集物的数量。以后又进一步学会了人工驯化野生动物，从而逐渐掌握了畜牧和农耕技术，原始农业因而产生、发展。公元前6000年时，农村作为一种定居生活方式首先在西南亚成为普遍形式。从此交通开始变得越来越有方向性，主要表现为以乡村为中心的往返。

乡村经过数千年的演变，有些乡村的人口和建筑物达到了一定的规模，而且其中的农业劳动者渐渐变成了非农业劳动者，城市就这样产生了，这是发生在公元前4000年左右的事。水文因素、人口压力、贸易的需求、防御的必须和宗教因素等综合起来导致了城市的产生。在人类从猎人和采集者到农民，最终成为市民的演化过程中，城市代表了人类分工的专门化。随着农村和城市在世界范围内的扩散，人口的普遍增长也在世界范围内成为可能，如图2所示：

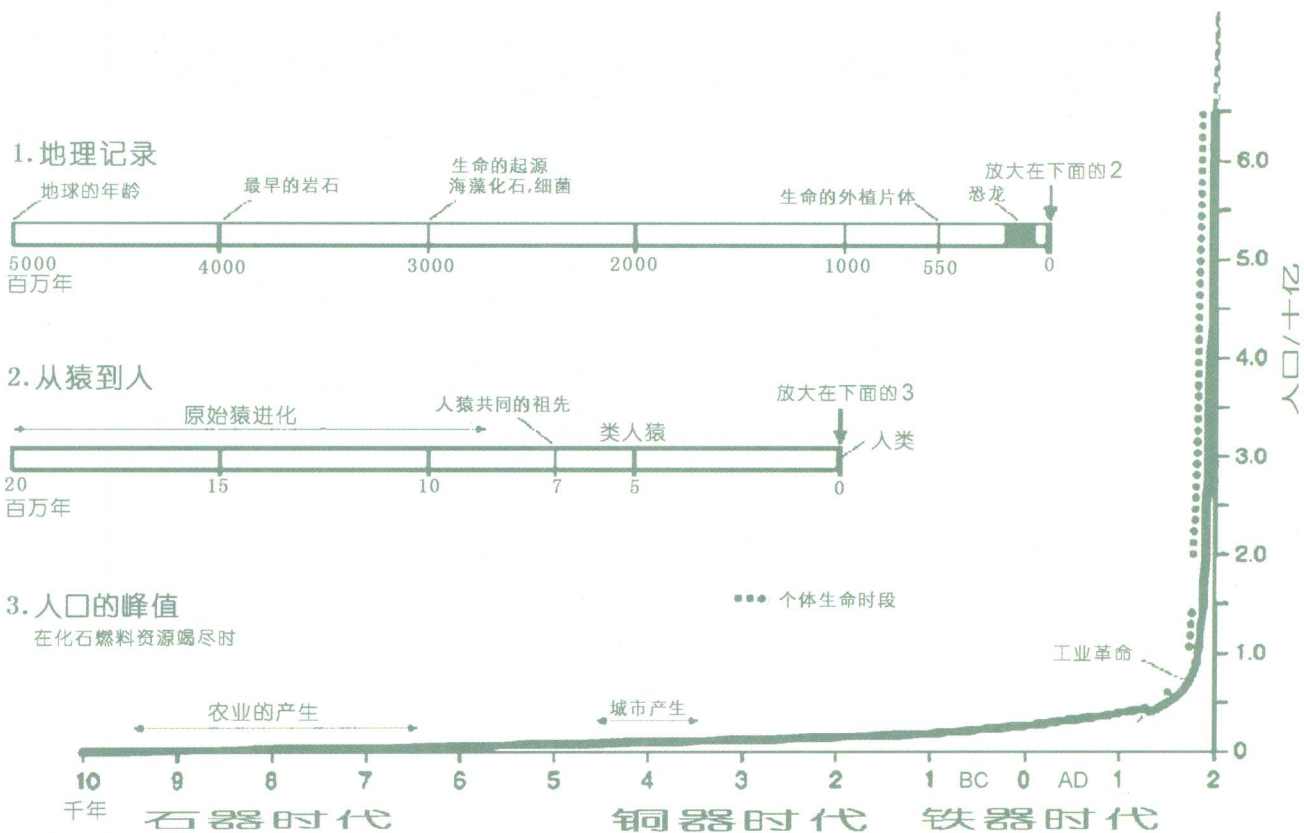


图2 人类社会进化史

最早的城市出现在美索不达米亚，现今伊拉克境内，沿幼发拉底河和底格里斯河两岸。随后在埃及、印度河谷、中国北部和美洲的美索埃麦卡各自独立地产生了城市，如图3所示：



图3 城市的起源

城市产生后，其发展水平一直很低，大约到了公元前后，城市的生活方式才传播到了各个大陆。随着农业生产力的进一步提高，特别是工业革命的到来，城市才传播到了全世界，如图4所示：

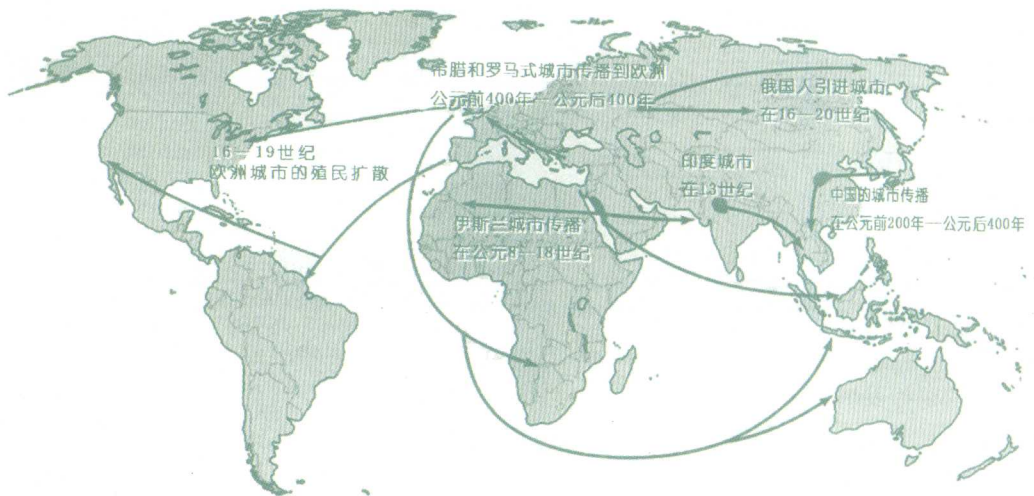


图4 世界城市早期的扩散

从世界范围看，1800年，世界城市人口只有3%，发展到1900年，也只有14%。而经过1900—2007年这一百多年的时间，人类历史上第一次出现了城市人口超过了农村人口的情况。城市化进程并非仅仅是简单的人口增长，它还涉及城区范围的不断扩展，这一切都与日益提高的机动化有关，如图5—图11所示：

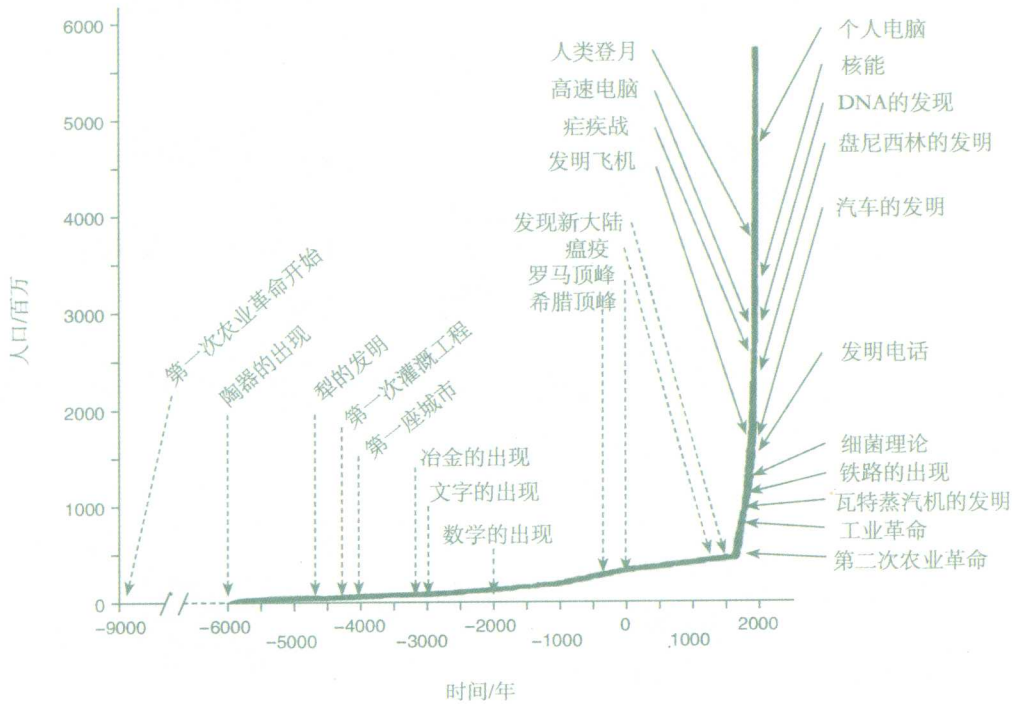


图5 人口增长与技术史上的重要事件

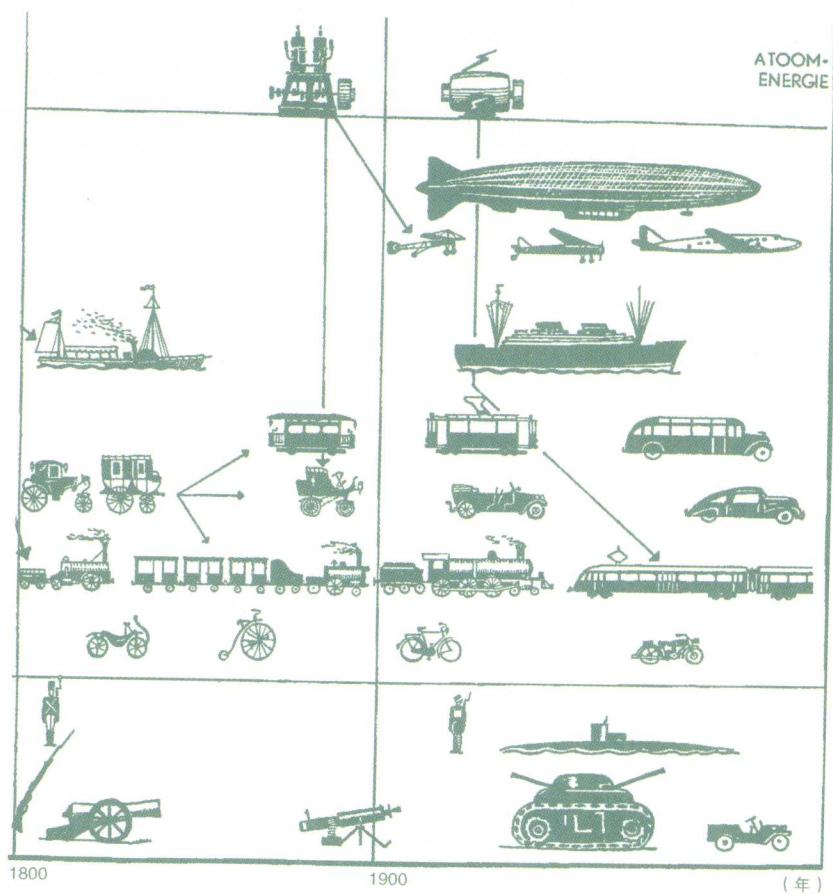


图6 近代交通工具的发展

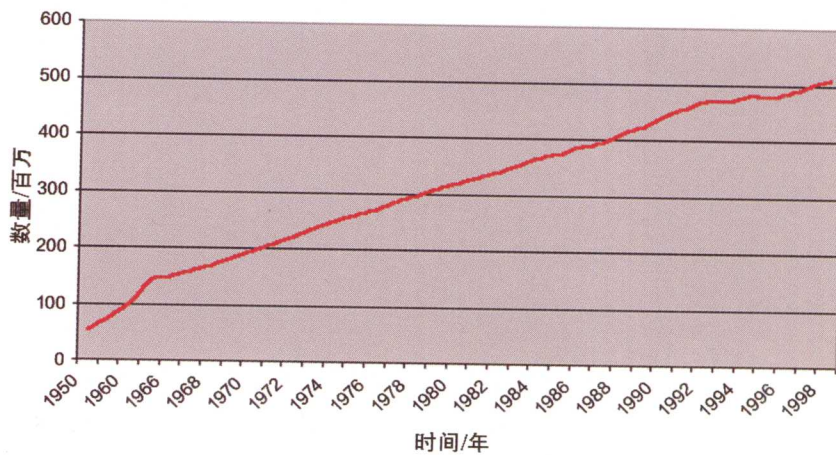


图7 1950—1998年全球轻型车辆不断增长情况

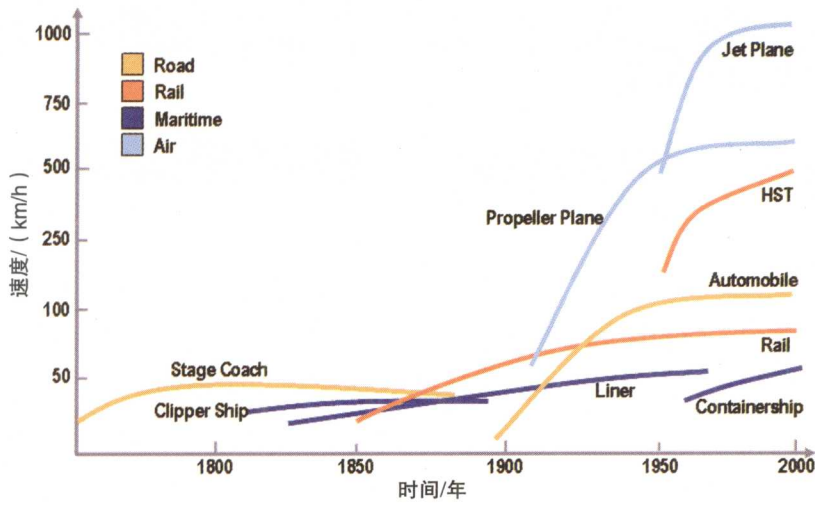


图8 1750—2000年全球主要交通方式的运营速度

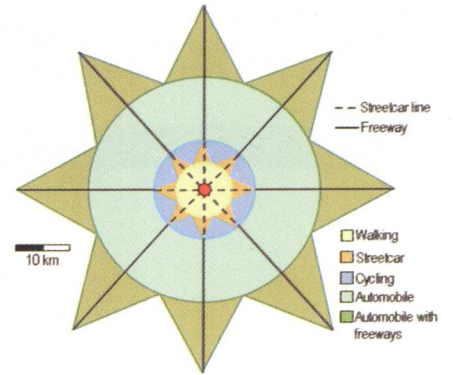


图9 目前全球不同交通方式1小时可达性

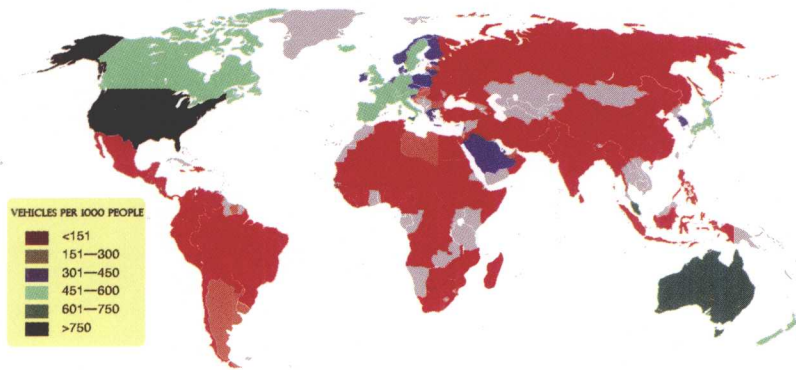


图10 目前全球各国每千人拥有车辆数(辆)

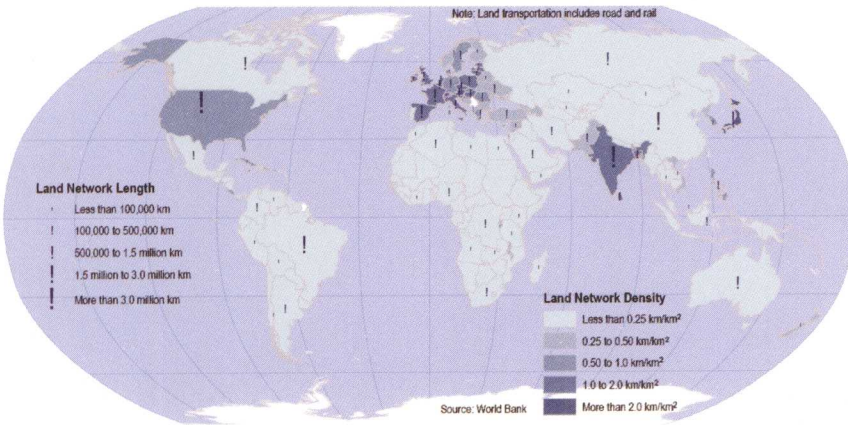


图11 全球陆路交通网络长度和密度(2002年)

交通的发展不仅与技术发展密切相关，还与经济发展紧密相连。交通的发展可以促进经济的增长，同时经济的增长可以反过来刺激交通的发展，具体说来如图12所示：



图12 交通运输与经济的关系

地下交通是地下空间最主要的功能之一。地下空间最初是从地下居住，尤其是穴居起步的，而后地下储藏、地下市政、地下交通、地下民防、地下商业办公等慢慢发展起来。随着超级城市的出现，地下空间取得了突飞猛进的发展，如图13—图16所示：

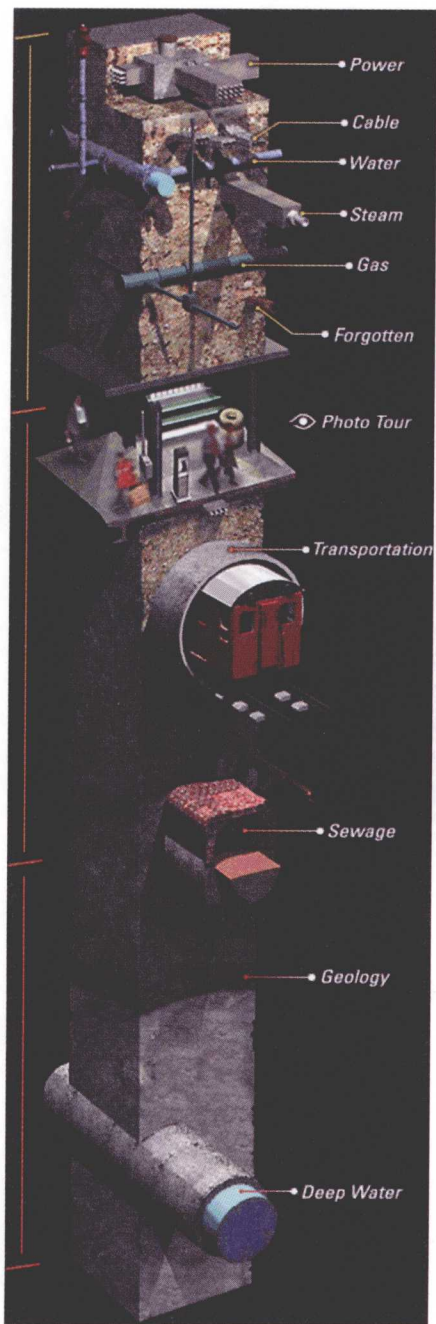


图13 地下空间的功能

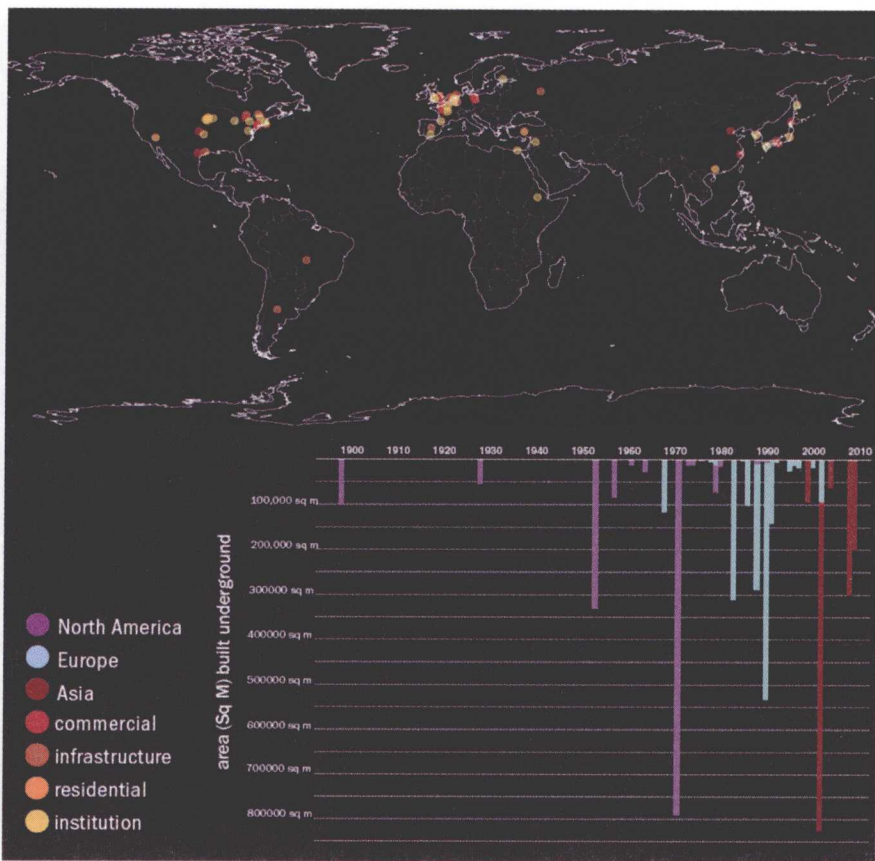


图14 北美、欧洲和亚洲地下空间的分布与面积

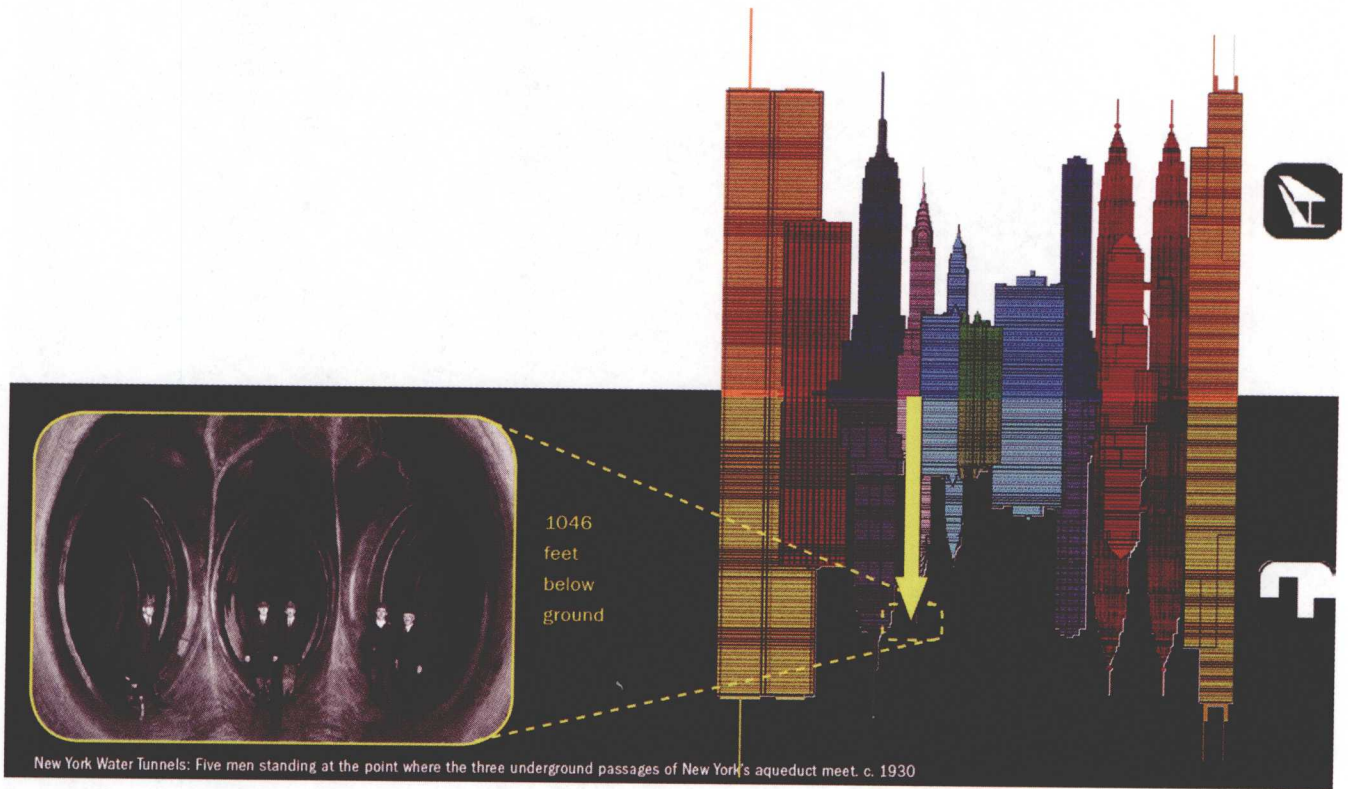


图15 地下空间开发的深度

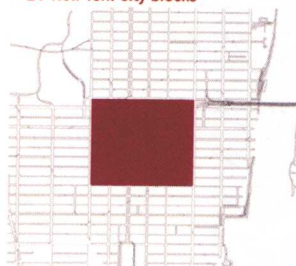
National Botanic Gardens of Wales
 Foster and Partners 1997-2000
 5,800 square meters
 = 1/3 New York City block



Fukuoka Prefecture International Hall
 Emilio Ambasz 2001
 93,000 square meters
 = 6 1/2 New York City blocks



Toronto Tunnel System
 Toronto, Canada 1900-present
 371,600 square meters
 = 27 New York City blocks



Underground City
 Beijing, China 2004-present
 850,000 square meters
 = 57 New York City blocks

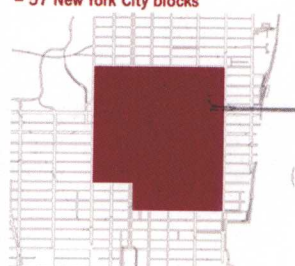


图16 不同地区地下空间开发速度的比较

地下交通分为地下动态交通和地下静态交通，前者是指人、车、物的地下流动，后者是指车辆的地下停放，包括因乘客上下或货物装卸的短时间停放，以及在停车场的长时间停放。

地下动态交通的承载者主要是先后发展起来的各种各样的地下通道，从简单的地下步行道到复杂的地下机动车道，如图17所示：

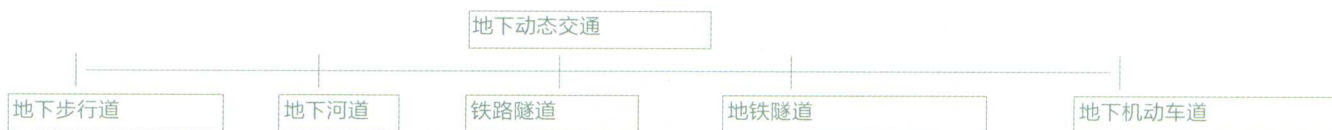


图17 地下动态交通解析

地下步行道，是地下步行道路的总称，分为简单的地下步行通道和复杂的地下步行系统。地下步行通道古代就有，大都是穿山和穿地的，有自然形成的，也有人工开挖的，据说四千年前巴比伦帝国还挖掘了世界上第一座水底步行通道。近代地下步行通道发展较快，尤以泰晤士河隧道为代表，而从土耳其地下城遗址中可以看出地下步行系统的雏形。到了近现代，以加拿大、美国为代表的地下步行系统开始发展起来，如图18所示：

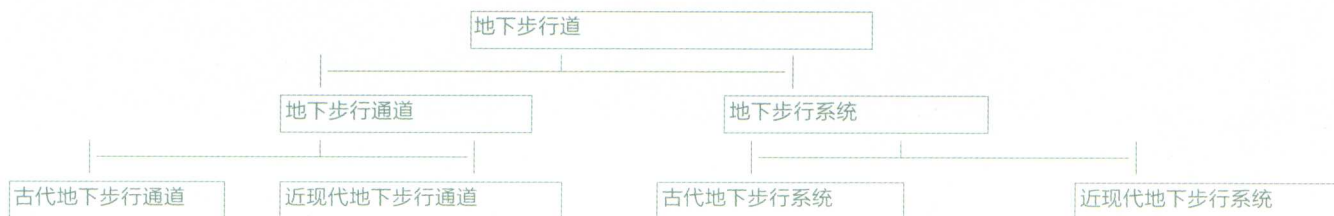


图18 地下步行道解析

船和车（指非机动的）一样，都是人类发明较早的交通工具。随着舟的发明和地下河道的出现，地下河运开始发展起来。世界上存在着许许多多的自然地下河，像中国广西省冠岩地下河、黎巴嫩Jeita岩洞地下河、墨西哥Yucatán半岛地下河、越南Phong Nha（风牙）洞穴地下河、美国Santa Fe地下河、菲律宾Puerto Princesa地下河等，舟行驶在这样的地下河里主要是为了探险和旅游观光。而人工地下河道，即运河隧道，主要是为了满足运输的需要，行驶在这样的运河隧道里的船大都是轮船。地下河道的叙述结构如图19所示：



图19 地下河道解析

1825年，世界上第一条铁路——乔治·斯蒂芬森负责修建的Stockton至Darlington铁路开通，随后世界各国掀起了“铁路筑路热”。伴随着铁路交通的兴起，运河交通逐渐为铁路交通所取代。以运河交通为代表的水上交通的时代结束了，地下陆路交通进入了铁路隧道的兴盛时期，尤以英国为甚，如图20所示：

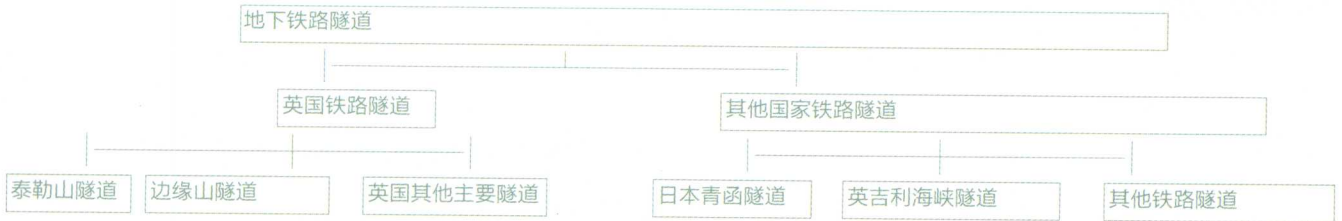


图20 铁路隧道解析

铁路隧道建设的成功为建设地下铁路积累了经验。随着城市化的加速和特大城市的出现，城市交通变得越来越拥挤，而地下铁路的建设成为解决城市交通问题的最佳选择。

世界上首条地下铁路是1863年开通的伦敦大都会铁路（Metropolitan Railway），是为了解决当时伦敦的交通堵塞问题而建。随后其他路线也陆续兴建。这些早期的路线均使用顶部通风良好的蒸汽机车，所以隧道较浅，每隔一段距离就要安置排烟口，排出的烟会污染城市里的空气，这不利于地铁的发展。随着盾构技术的进一步发展和电力机车的发明，地铁隧道可以建造得比原来更深，这为后来地铁成网打下了基础。整个地铁的叙述结构如图21所示：



图21 地铁解析

随着汽车的发明和随后的大量生产，城市一方面变得越来越拥挤，另一方面污染变得越来越严重。为减少地面的道路交通堵塞、噪音和污染，避免高架路对城区的割裂和对土地的占用，减少因地面施工带来的交通堵塞和高发事故率，以及因商业机构搬迁而导致的税收损失，一些城市道路开始局部地下化，这时的地下机动车道大都是人车混行的。后来出于速度和安全等方面的考虑，出现了专供车行的地下快速路，从此，城市地下交通发展到了一个新的阶段。地下机动车道分类如图22所示：



图22 地下机动车道解析