

科学

原来如此



万方纵横的 交通

主编 钱平雷

上海科学技术文献出版社

科学 原来如此

主编 钱平雷
万方纵横的交通



上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

万方纵横的交通 / 钱平雷主编. — 上海: 上海科学技术文献出版社, 2011. 1
ISBN 978 - 7 - 5439 - 4688 - 0

I. ①万… II. ①钱… III. ①交通工具 - 普及读物
IV. ①U - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 263407 号

本书出版得到上海科普创作出版专项资金的资助

责任编辑: 张 树

封面设计: 周 婧

科学原来如此丛书

万方纵横的交通

主 编 钱平雷

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

制 版: 南京理工排版校对有限公司

印 刷: 常熟市华顺印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 15

字 数: 280 000

版 次: 2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5439 - 4688 - 0

定 价: 30.00 元

[http: //www.sstlp.com](http://www.sstlp.com)



《科学原来如此》丛书编写工作委员会

顾 问:叶叔华

主 任:陈积芳

副主任:缪其浩 杨秉辉

编 委:甘德福 严玲璋 陈皆重 李正兴

张 树 周 戟 赵 炬 赵君亮

施新泉 施善昌 钱平雷 奚同庚

高海峰 秦惠婷 黄民生 熊思东

(以姓氏笔画为顺)

《科学原来如此》丛书编辑工作委员会

主 任:赵 炬

副主任:张 树 李正兴

编 委:陈云珍 李 莺 钱晓文

协作单位:上海市科普作家协会

《原来如此·万方纵横的交通》分册编委会

主 编:钱平雷

编 委:孙 章 孙有望 施鹤群 钱人一

钱平雷 曹炳坤 黄建国

(以姓氏笔画为顺)

前言

我们敬爱的小平同志生前有一句名言：“科学技术是第一生产力。”这句话道出了科学技术对社会生产和人类生活所带来的巨大影响。回顾近代科技史上的三次重大发明，都充分证明了小平同志的英明论断。第一次是以蒸汽机的发明和使用为标志；第二次是以电机发明和使用为标志；第三次是以电子计算机的发明和使用为标志。它们使手工业生产进入工业化大生产，进而是电气化时代，到如今已是信息时代。处于这三个时代的交通运输，随着技术的发展，与其他行业一样，同步进行着不断的变革。到如今，交通运输已是处于从电气化向信息化阶段的进程之中，不论是国际还是国内，都处于日新月异的发展阶段。

从承担陆上最大运输量的铁路系统来看，高速、重载是其最主要的发展方向。正是由于铁路各子系统的共同努力，世界上实现了正常运营在200~300千米/小时的轮轨系统的高速铁路。用磁悬浮这样的高科技手段，可使列车速度达到500千米/小时以上。在重载列车方面，因为综合水平的提高，一列货车可以装载5000~10000吨之多。

除了普通铁路，轨道交通在城市公共交通中的地位也越来越为人们所重视，它快捷、安全的特点，改变了城市的格局和市民的生活方式。不论是地铁、轻轨，还是其他形式的轨道交通，都在城市的发展中承担着重要作用。

公路运输也发生了翻天覆地的变化。以高速公路为标志的公路建设，不论从设计、施工，还是管理、维修，都与普通公路有着根本区别，它一扫以往公路运输又乱又慢的弊端，缩短了城镇之间的距离，使中等距离的运输变成一件轻而易举的事情，地区的发展模式因此发生了变化，如长江三角洲、珠江三角洲、环渤海地区，这些人口稠密地区的经济合作，因为高速公路的出现，机遇大大增加，人们可以在一日之内到区内任何地方打个来回。

在城市交通方面因为高新技术的发展，发生了历史性变革。以智能

运输系统(ITS)和全球卫星定位系统(GPS)在道路交通和公共交通上的应用为特征,使人、车、路三位一体。从提高交通安全性、行车的舒适性、乘客的便利性、运输效率到对环境的保护,都达到前所未有的水平。

桥梁和隧道的形式也呈现百花齐放的局面。以前认为稀罕的悬索桥、斜拉桥、钢拱桥,人们只能在画报上看到的桥梁建筑,如今已经与人们时常见面。隧道不仅越江过河,如今已经能穿越大海。

船舶也因为经济全球化,各个国家和地区之间的进出口贸易量的飞速增长,向着超大型化方向发展。集装箱货船已经到了第七代,一条船可以装载 9 000~10 000 标准箱。超大型油轮达到 50 万吨级。曾几何时,中国已经成为世界造船大国。2003 年中国港口集装箱吞吐量达 4 800 万标准箱,首次超过美国,跃居世界第一位。与之相匹配的港口建设也进入了新的高潮。

随着社会经济的发展,航空事业也日益快速拓展自己的功能。客、货飞机的大型化是航空科技发展的重要标志之一。波音 747-400 型飞机已经可以装载 400 多名旅客,计划 2005 年飞上蓝天的 A380 型飞机,可装载 550 人,不亚于一列旅客列车了。随之而来的话题就是航空港的建设。广州、北京新机场已经达到年吞吐量在 2 500~6 000 万人次以上。上海更是出现了一座城市两个国际机场——浦东和虹桥两个机场并存的局面,为上海成为国际航空枢纽港,创造了必备的条件。

管道运输已经在中国运输系统占有重要的一席之地。以“西气东输”的天然气管道为代表,西从新疆塔里木开始,东至上海白鹤镇,横跨 10 个省、市、自治区,长达 4 000 千米。

如今,各种运输方式都发生了从量变到质变的历史进程。如何把各类运输方式合理地融为一体,发挥自己的特长,是摆在人们面前的课题。以系统工程组织方式为基础的综合交通运输和以信息技术带动的物流组织是最为先进的运输组织形式。现代物流组织是一个集各种高新技术为一身并对社会经济发挥重大作用的系统,它将是交通运输组织的发展方向。

钱平雷

2005 年 4 月

目 录

长三角,一日还	001
“交通工程”造什么	004
铁路运输组织	007
电子警察	009
交通系统中的“慈善事业”	011
智能交通系统	013
世界屋脊上的钢铁运输线	016
不吃草不喝水的“千里马”——电力机车	019
技术与艺术的结晶——立体交叉	022
彩虹飞越黄浦江	026
“豆腐里插钢条”——浦江隧道	029
给外白渡桥“算命”	031
一根钢轨到南京	033
洋山港和东海大桥	035
钢轨的“B超”	037
旅游交通学	039
轨道列车的双腿——转向架	041
地铁内的“巨型空调”	043
“火车跑得快,全靠车头带”	045
“小车轮”倾覆高速列车	047
穿山入地话盾构	049
轨道列车前进的动力	051
地铁列车的指挥系统	053
长袖善舞也有度——车辆限界	055
地铁列车的港湾	058
列车提速	061
独轨铁路	063
轨道交通车辆段	065
摆式列车	067

穿越隧道的“千里眼”和“顺风耳”	069
轨道交通的神经网络	072
“中量级”的轨道交通	074
磁悬浮列车	076
“零高度”飞行的磁悬浮列车	078
海底高速铁路	080
地下铁道	082
高速铁路	084
无碴轨道	086
海上铁路	089
船舶动力	091
船舶推进记	095
船舶的耳目	098
货物运输	101
水上列车	103
海上浮动油库	105
集装箱	107
两个身体一艘船	110
胜似闲庭信步	112
滚上滚下的货船	114
现代波斯飞毯	116
里海怪物	118
长翅膀的飞舟	120
捕鱼捞虾	122
开发海洋的尖兵	125
海底救援先锋	127
海底龙宫探宝	129
航道安全员	131
万里海疆一线牵——布缆船	133
导弹、卫星的海上守望者	136
海底沉船取宝	138
海底城市	140
海上勘探队	142
汽车尾部的 2.5 V6 标记	144
发动机的“食谱”	146

内燃机家族	148
发动机的“呼吸系统”	150
汽车的“大脑”和“神经系统”	153
汽车油门踏板	156
汽车的“守护神”	159
吞噬燃油的“黑洞”	161
汽车节能	163
汽车“减肥”	165
汽车“杀手”	168
电动汽车和“氢经济”	170
刹车也有危险	173
汽车转向的奥妙	175
当碰撞发生的一刹那	178
向导兼保安的 GPS	180
汽车黑匣子	182
报废汽车的回收	184
太阳能飞机	187
蓝天巨无霸——“波音 747-400”	189
超音速客机——“协和”	191
蓝天中的“轻骑兵”	194
“智能小鸟”——未来飞机	196
垂直起降飞机	198
高超音速飞机	200
21 世纪的客机“巨星”——“A-380”	202
21 世纪的航空明星——无人飞机	204
多才多艺的轻型飞机	206
飞艇的辉煌	208
怪模怪样的“白鲸”	210
空中“大力士”——“安-225”	212
空中汽车	214
人类最早的飞行器	217
没有车船的货物运输——管道运输	219
从货运到物流	221
现代物流的新式武器	224
综合运输系统	226



长三角,一日还

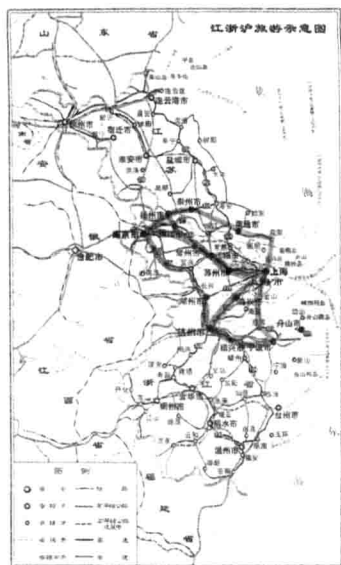
“长三角”即长江三角洲,是指以上海为核心极,以南京、杭州和宁波为边缘极,以苏州、无锡、常州、镇江、扬州、泰州、南通、嘉兴、湖州、绍兴和舟山等城市为重大支持点,所形成的地理经济区域。在国内它与珠江三角洲、京津环渤海区一起被称为三大城市群,在国际上亦被称为“大上海都市圈”,与纽约、芝加哥、伦敦、巴黎和东京一起列为世界六大城市带。但与另五个中心城市相比,上海在现代化功能的发挥和辐射方面还存在着一定的差距,尤其是表现在对外交通系统尚未真正形成规模。世界的经济发展史已经证明,经济是以动力和材料为基础,以交通为标志,并紧紧依靠大城市作为舞台而发展起来的。以上海为中心的长江三角洲的经济和社会持续发展,给与交通有关的科技和专家提供了巨大的发展空间。

交通专家给我们描绘了这样的“长三角”交通蓝图:

以上海—南京、上海—杭州、南京—杭州和杭州—宁波等4条“交通走廊”构成一个三角旗状的“长三角”交通网络的骨架。在“交通走廊”里,有普通铁路、一般等级的公路或国道,更有高速铁路、高速公路、城际轨道交通,甚至还有像磁悬浮列车这样高科技的交通工具。

建立都市圈轨道交通和城际轨道交通网络。以上海为例:由“三圈”组成上海轨道基本网络——上海外环线以内670平方千米内建立密集的轨道网的中心区域圈;在上海市6300平方千米范围内建立城镇化与放射形快速通道的市域圈;在以距离上海150~200千米为半径的区域内建立向长三角辐射的城际轨道交通通勤圈。同样,苏州、无锡、常州3市也制订了包括苏、锡、常、沪、宁城市间联系的5条干线;苏州至吴江、张家港,无锡及常州至宜兴等4条市域线以及3个城市内的轨道交通连接线,这三个层次内容构成了“苏锡常都市圈轨道交通规划”。另外,在“长三角”,还要建设诸如海门—崇明—上海的过江线,湖州—嘉兴、杭州—黄山等城际轨道支线,由此编织“长三角”的都市圈轨道交通和城际轨道交通网络。

“长三角”公路交通一体化。上海通往江苏方向的高速公路通道将从4条22根车道增加到6条38根车道;上海通往浙江方向的高速公路通道将从2条12根车道增加到4条22根车道;通往江浙两省的国道、省道也将增加到10条、48条。古时“夜宿苏州,朝至杭州”的苏杭天堂之间要一夜水路的行程,如今只需1个多小时,因为连接苏、杭二地的乍(浦)嘉(兴)苏



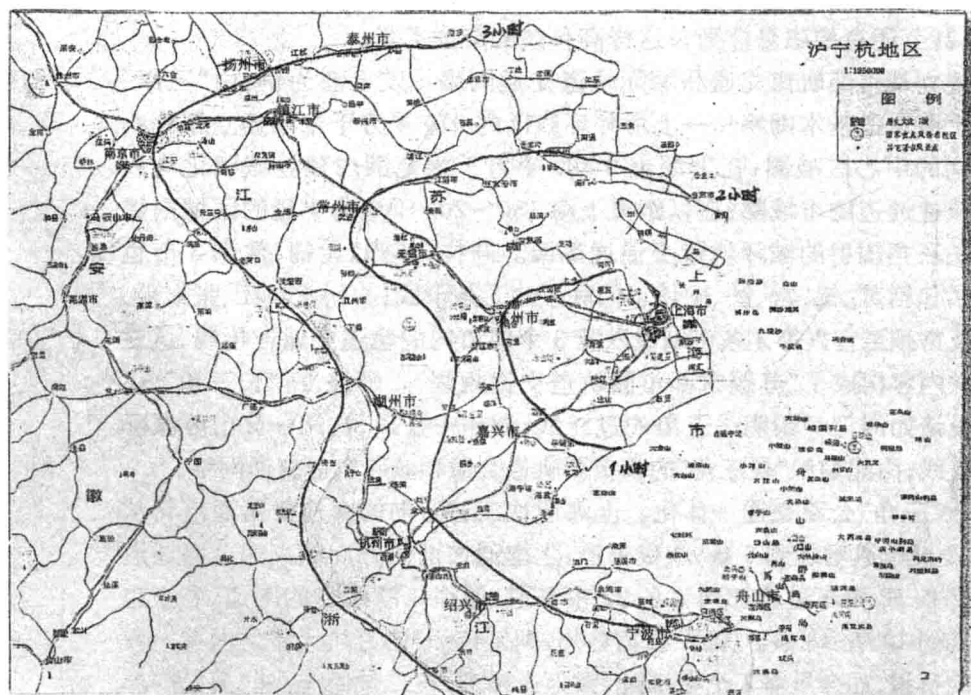
上海复合
交通走廊

“长三角”
的“一日交流
圈”交通体系

(州)高速公路已全线贯通。杭州湾跨海大桥和崇明越江通道的建设,将是上海向外辐射的新的南、北大通道。建设中的杭州湾跨海大桥,北起嘉兴平湖的乍浦,南连宁波慈溪的庵东,全长 36 千米。它使上海至宁波的公路路程缩短了 120 多千米,同时形成了沪杭甬 2 小时交通的“金三角”。

建立“长三角”的综合交通运输体系。除了铁路、公路交通外,“长三角”的航空、航海、港口、内河运输也要进行组合,它们与铁路、公路运输一起组成“长三角”的综合交通运输体系。上海的浦东机场与虹桥机场应长期合作,并与南京、杭州、宁波等城市的机场形成组合体;以大、小洋山为核心,与外高桥港、北仑港、张家港等形成世界一流的集装箱深水港组合体。构筑支持浦东机场的快速通道,就是发挥综合交通运输体系功能的一个范例,它们是:沪崇(明)苏(州)—苏北,沪宁高速公路—南京,沪青(浦)平(望)—湖州、安徽,沪杭高速公路—杭州、南方,杭浦(东)—宁波等 5 个快速通道。旅客和货物因此能得到迅速集散。

由于上述交通体系的支持,使“长三角”的城际交通“一日交流圈”



成为可能。对于某一中心城市来说,1小时交通圈可称为近郊通勤区;2小时交通圈可称为经济密切区;3小时交通圈可称为经济关联区。“一日交流圈”内的通勤(上下班,上学)、公务、旅游客流距离一般不超过400千米,一次出行不超过2小时就可到达目的地。以上海为例:从上海出发,不需3小时就可以达到“长三角”的每一座城市。以如此雄厚的交通设施作为后盾,在“长三角”范围内进行旅行,当天就可以往返。我们岂不可以自豪地提出这样的口号:“长三角,一日还”。

(钱平雷)

地域范围

包括江苏省东南部和上海市,浙江省东北部,是长江中下游平原的一部分。面积约5万平方千米。三角洲顶点在镇江市、扬州市一线,北至小洋口。南临杭州湾。海拔多在10米以下,间有低丘(如惠山、天平山、虞山、狼山等)散布,海拔200~300米。长江年均输沙量4~9亿吨,一般年份有28%的泥沙在长江中沉积,个别年份高达78%,三角洲不断向海延伸。长江以南常州市、常熟市、太仓市、金山区一带的古沙嘴海拔多为4~6米;长江以北扬州市、泰州市、泰兴市、如皋市一带的古沙嘴海拔7~8米。江南和江北的古沙嘴是冰后期最高海面稳定后逐渐发展起来的,到距今约2000年时北岸沙嘴伸到廖角嘴,南岸沙嘴随长江主流向东南延伸与钱塘江口沙嘴相连,泥沙继续堆积,1958~1973年平均每年前移148米。属北亚热带季风气候,雨量充沛,水道纵横,湖荡棋布,向有水乡泽国之称。土地肥沃,农业产水稻、棉花、小麦、油菜、花生、鱼虾等,是中国人口最稠密的地区之一。在长江下游和沪宁线两旁有许多重要城镇,如上海市、苏州市、常州市、无锡市、镇江市、扬州市、泰州市、南通市及徐州、淮安、盐城、连云港等。其中,上海是中国最大的工商业城市,世界著名的外贸港口,苏州、无锡、常州等是风景游览地和新兴的工业城市。



“交通工程”造什么

当人类学会直立行走时,交通也就产生了——步行走路创造位移。但在漫长的一段时间里,人们只有步行一种交通方式。

虽然步行交通创造的活动范围十分有限,但步行交通却是最自由最安全的。步行者互相碰撞——交通事故发生的概率几乎为零。同时,人们因为走路堵塞而影响生活的可能性也是微乎其微。

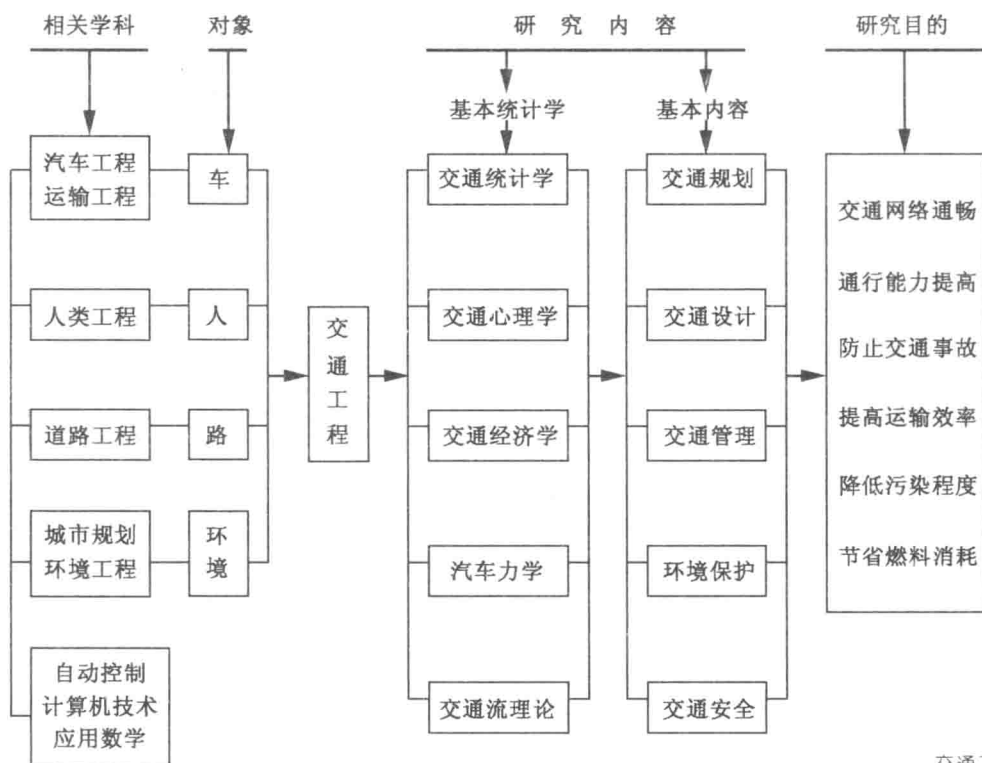
随着马车的出现,人的活动范围一下子扩大了数十倍,专门的道路也随之产生。于是,马车与马车之间的交会、超越行驶等交通现象随之产生,交通行为规则也变得十分必要。由此产生的交叉口的等待与避让,排队与拥堵的现象也越来越困扰着大家的出行。

直至汽车的发明与大量运用,世界进入了“汽车交通”和“综合运输”时代,城市变得越来越大,道路网建得越来越密,人口与车辆数同步“疯长”,道路交通变得越来越复杂,越来越影响城市发展和人民生活。尤其是与日俱增的交通事故和交通拥堵带来的负面影响,让人们在享受现代汽车交通的同时,付出了不小的代价与损耗,增添了不少麻烦与困惑。

于是,在社会经济发展与汽车交通最为发达的美国、欧洲各国以及日本等,经过了长期的积累与探索研究,逐步形成了一门专门探究城市道路交通系统发展规律与管理技术的学科——交通工程学。

交通工程学研究对象是“人、车(辆)、(道)路、环境”,研究的内容包括交通调查、交通规划、交通设计、交通管理、交通安全、交通政策、交通环境等;研究的目的是探索“人、车、路、环境”各自的和相互间的内在规律性及其最佳配合协调,达到道路交通畅通、通行能力大、交通事故少、污染程度低、运输效率高、资源消耗少、环境协调优化舒适等目标;从事交通工程研究的专业人员被称为“交通工程师”。交通工程不同于一般的生产制造建设等方面的“工程”,并不生产建设实质性的工程结构物,生产的是一个特殊的、复杂又动态的“系统工程”成果。

交通工程师通过多种交通调查方式,在获取了足够数量并具有交通代表性的数据资料后,就可以对研究范围内的道路交通系统进行现状分析,发现问题,寻找优化解决方案。这是非常实用与重要的工作,通常有赖于大批调查人员各种方法的大量调查(如全市性的交通调查,调查方法有问卷调查、网上调查、电话调查、上门调查、路面调查等)。不仅需要调



交通工程
学主要研究内
容框图

查人员严谨而又辛苦的工作,还有赖于电子计算机应用技术的支持(如构建资料数据库,编制或运用数学分析模型和决策支持软件等)。

然后,交通工程师要做的是运用调查结果,构建各种数学预测模型,编制相应的交通预测软件,对交通出行发生、交通出行分布、交通方式划分、交通分配等进行科学的预测,从而为城市道路交通系统规划奠定基础。这个环节往往是城市交通规划的核心内容,也是交通工程学理论与方法运用的关键之处,交通工程师最后要完成的是,城市交通规划的编制与评价、修正。比如,要新建哪些道路和轨道交通线路,要建怎样的交通枢纽等重大交通工程项目的确定;又如要确定城市交通系统服务的相关指标(包括道路网密度、平均车速、通行能力、公共交通的比例、交通事故发生率、交通环境水平等);还要确定城市交通系统规划实施的投资与效益以及交通影响等。

当然,规划完成并不意味着交通工程师可以“高枕无忧”,日常交通管理技术的开发应用改进还需要不断地实施,如交叉口红绿灯信号开放时间配置(称为交叉口信时设计),这样具体而细致的技术工作就包含了众多的学问与知识。如单点定时信号信时设计,就必须根据各个交叉口车流通行的特征,做到每个方向车辆在红灯时延迟(即排队等候绿灯)

的时间最短,还要兼顾到行人穿越交叉口的安全可靠;对于随机型自动信号(如交通感应信号)而言,就必须安装即时车辆监测装置(如地面气囊式车辆监测装置、红外线车辆监测装置等),随时提供交通感应信号装置信时配对变化的依据。

类似的日常交通管理工作还很多,包括道路的改建与拓宽、交通设施更新改造、交通管理技术的优化等,以及交通智能化、信息化的创新应用。

交通工程学是一门新兴的多学科交叉的学科,交通工程师是涉及理科、工科、管理类等多项学科技术的综合型专业人才。

(孙有望)

发展史

道路规划和交通管理的概念,古已有之。在 2000 多年前的周朝时代,已有道路规划,也有交通管理法规,如“男子由右,妇人由左,车从中央”,并种植行道树,作为道路导向的标志。秦朝不仅修筑了通向全国的驰道网,而且统一了全国的车轨距离,使造车和修路有了标准。唐朝建都长安,按棋盘形规划建成城市道路网。

在西方,约公元前 400 年,古罗马修筑了 29 条以罗马城为中心,辐射到广大地区的大道。在城市交通方面,采用了单向交通,规定高峰期间在市中心商业大街上不准停车,限制一般车辆进城等,可说这是交通控制的萌芽。1868 年,英国伦敦威斯敏斯特地区的煤气交通信号灯,可算是近代交通设施的雏形。

20 世纪的交通工程以汽车交通为主要对象。为了管理汽车交通,美国 1921 年就有了交通工程师的岗位。1932 年,德国修建了世界上第一条高速公路,并开始研究车辆与道路的关系。30 年代,还出现了以概率论研究交通流量和速度关系的数学模型。

20 世纪 50 年代,道路的大量修筑,汽车数量的骤增,促进了交通工程的发展。为了更好地进行交通规划,开始重视与土地使用有关的交通调查工作;在交通流理论方面,在不同设想的基础上,创立了跟随理论、流体力学理论和排队理论。

1965 年 12 月,在美国底特律召开了首次交通流理论国际会议。交通工程工作者及有关学科的学者开始用应用数学、运筹学、控制理论、心理学、经济学研究交通工程,认识到在交通工程中人的因素占重要的地位。

1965 年左右,电子计算机开始应用在交通信号的自动控制和交通规划中。今后在改善交通系统的规划,提高交通系统的运行效率,克服交通拥塞、环境污染和能源浪费等方面,计算机将日益发挥其重要作用。

如今,用系统工程改善交通,是交通工程研究的一项新趋势。



铁路运输组织

上海老的火车站被老上海人称为北火车站,旅客在上下火车时,总会看到广场旁边还有一座大厦,大厦的入口处上方有五个金光闪闪的大字——上海铁路局。由于早年的上海北站地区高楼大厦不多,所以这座建筑很容易映入来往人们的眼帘,加上凡是铁路员工都有一定的标志,不是铁路的制服,就是胸前佩有一枚既可以看作为蒸汽火车头的图案,又可理解为“人民铁道”内涵的路徽。如同人们去寄信汇款要上邮局的“局”是一个对外窗口一样,人们也把铁路局与自己上下火车的场所,与火车站画上了等号。

铁路运输系统是一个复杂的人工系统,铁路运输管理系统则是一项典型的系统工程,铁道科学技术也是跨学科的边缘科学。搞清铁路运输系统的管理结构,理解其中的奥秘,不仅对读者在与铁路部门打交道时增加了便利,而且对多系统、多专业协同作业的科学原理的理解具有积极的意义。

按照中国铁路的运输系统的体制,铁道部下属有若干铁路局,如北京铁路局、上海铁路局、哈尔滨铁路局、成都铁路局等。以上海铁路局为例,下设蚌埠分局、南京分局、上海分局、杭州分局和福州分局等5个分局,管辖包括安徽、江苏、浙江、福建和上海四省一市范围的铁路。分局之间并不完全按照行政省市的划分来确定自己的管辖范围,如江苏地界内的无锡、苏州车站,浙江地界内的嘉善车站就是归上海分局管辖。在分局下面就是铁路运输系统专业分工,所谓机、车、工、电、辆5大子系统的基本管理单位——站、段。机就是机务系统,主要指俗称火车头的机车驾驶和维修部门;车就是车务系统,承担客货的运输和列车的调度工作;工就是工务系统,承担铁路的线路、桥隧、建筑物的养护和维修工作;电是指电务系统,承担铁路的通信和信号的养护和维修工作;辆是指车辆系统,承担客车和货车的维修和保养工作。这些子系统的功能具体落实到站和段上面,于是就有上海站、上海西站、南翔站、杨浦站,以及上海机务段、上海工务段、上海客运段、上海车辆段等这些铁路运输系统中最最基本的独立单位。从行政隶属关系来说,如果一名上海站的职工,你讲他是上海分局的职工或上海铁路局的职工都不能算错。但倒过来讲就不行,上海铁路局本部的工作人员,就不能说他是上海站的职工。