

世界公共交通

蔡君时 编著

同济大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

世界公共交通/蔡君时编著. —上海: 同济大学出版社, 2001. 8

(现代交通科普丛书)

ISBN 7-5608-2299-1

I. 世… II. 蔡… III. 公共运输-交通运输业-概况-世界 IV. F511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 039972 号

世界公共交通

作者 蔡君时 编著

责任编辑 方芳 责任校对 徐春莲 装帧设计 陈益平

出发

行 同济大学出版社

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 苏州望电印刷厂印刷

开 本 787mm × 1092mm 1/20

印 张 10.6

字 数 250000

版 次 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5608-2299-1/U·32

定 价 18.00 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换

序

21世纪初,是上海加快建设国际经济、金融、贸易、航运中心之一的新时期,也是确立社会主义现代化国际大都市地位、全面提高城市综合竞争力的新阶段。“十五”时期,上海经济社会发展的指导方针之一是要积极实施可持续发展战略,进一步改善城市生态环境,实现经济、社会、人口、资源、环境的协调发展。

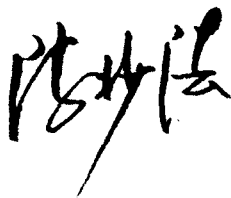
优化城市交通是上海市国民经济和社会发展“十五”计划纲要的重要内容之一。它要求坚持扩大城市道路容量与加强机动车总量控制相结合,促进道路与车辆的协调发展;坚持优化发展公共交通与引导控制个体交通相结合,大力优化交通结构;坚持加快发展轨道交通与优化组合地面交通相结合,加快轨道交通的规划和建设;坚持加强交通管理与均衡交通流量相结合,调整优化交通布局;坚持城市交通政策与扩大内需政策相结合,大力发展与城市交通相关的基础设施和产业;坚持发展城市交通与加强环境保护相结合,促进城市的可持续发展。

要在“十五”时期以建设轨道交通网和高速公路网为重点,基本形

成快速、便捷、立体的,体现现代化国际大都市的综合交通体系,我们还需认真吸取国外的有益经验。《世界公共交通》一书介绍了世界公共交通的发展动向。尽管不同国家、不同城市有各自的实际情况,但是发展公共交通的方向是一致的。其共同的目标,一是要实现公共交通优先的政策,二是要建立一个由多种交通方式组成的整体化公共交通系统,三是要使用先进技术来提高公共交通的服务水平和运行效率,四是要鼓励公共交通首先开发和推广利用清洁能源,以减少大气污染,改善城市环境。世界各国已有很多这方面的经验,值得我们参考借鉴。

《世界公共交通》是一本介绍现代交通的科普读物,内容丰富,图文并茂,读者在了解世界公共交通发展动向的同时,可以通过很多图片增加感性认识,相信会受到读者的欢迎。

中国土木工程学会城市公共交通学会理事长

A large, expressive handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters that appear to read '陈少法'.

2001年5月29日

前 言

世界各国,无论是发达国家还是发展中国家,城市交通都是一个突出的问题。它关系到城市的经济发展、生态环境和生活质量。解决城市交通问题,首先要制定正确的交通政策和战略,做好长远规划。国际大都市的基本立足点是要确保世界级城市的地位,增强国际竞争力,同时要着眼于城市的可持续发展。对于城市的交通结构,要从社会整体利益出发,运用法律和经济的手段,使人们的交通出行能按照自己的要求,有多种交通方式可供选择。

交通战略中的一个重要内容是优先发展公共交通的战略。长期以来,公共交通被看作公益事业,由政府直接控制,独家经营。这种体制不利于经营管理水平的提高,而政府的负担愈来愈重,难以为继。因此,很多国家开始对公共交通的管理体制和经营机制进行改革,在公共交通市场引入竞争机制。各国根据本国的具体情况开创了各种先例,积累了不少经验。

在大城市的公共交通结构中,建设轨道交通作为公共交通的骨干,已得到共识。但是,建设轨道交通所需的巨额投资,使发展中国家难以解决。新的融资方式,吸引私人资本参与轨道交通的建设和经营,在一些发展中国家取得了成功,加快了轨道交通的建设速度。现在,不少地铁、轻轨等各种形式的轨道交通系统已经建成,对城市交通起着重要的作用。此外,公共汽车、无轨电车、水上交通等公共交通系统也发挥着各自的作用。

科技进步是实现公共交通现代化的动力。信息技术、计算机技术和自动化技术的广泛应用,使公共交通的运行服务和经营管理提高到了一个新的水平。公共交通设备和车辆的设计更重视以人为本的主导思想,使乘客可以更方便、更舒适地出行,形成与私人交通的竞争力。

清洁能源的推广应用,使公共交通为改善城市的生态环境作出了更大的贡献。同时,公共交通也是反映城市精神面貌的重要窗口,在美化城市文化环境方面有一定的影响。

20世纪后期,世界各国的公共交通发生了很大的变化,得到很大的发展。在各种国际会议上交流的经验,以及在 Pubic Transport International 和 Mass Transit 等杂志上发表的一些文章,反映了世界公共交通的发展动向。作者引用有关的资料,编成本书,供读者参考和借鉴,并向所引用资料的作者表示感谢。限于时间和条件,资料的收集有一定的局限性,希望读者提出宝贵的意见。

目 录

一、公共交通政策与发展战略	(1)	7. 轻轨与铁路共轨运行——德国的创新	(115)
1. 国际大都市交通系统的对比	(1)	四、地面公交与水上交通	(120)
2. 伦敦交通发展战略	(8)	1. 海拔高度为 2800 m 的新无轨电车系统	(120)
3. 法国的公共交通	(16)	2. 库里蒂巴的公共汽车网络体系	(124)
4. 日本的城市轨道交通	(23)	3. 水上交通——城市公交的有机组成	(128)
5. 纽约公共交通的复兴	(31)	4. 伦敦的水上交通	(133)
6. 美国公共交通的立法	(36)	5. 哥德堡的轮渡	(136)
7. 新加坡的交通政策与战略	(43)	6. 机场的地面交通	(140)
8. 澳大利亚的城市交通	(49)	五、新技术应用	(144)
9. 苏黎世的公共交通	(53)	1. 全自动轨道交通系统	(144)
10. 墨西哥城的公共交通	(57)	2. 莫斯科公交的自动化运行管理	(150)
11. 面临挑战的捷克公共交通	(61)	3. 全球卫星定位系统(GPS)在公共交 通的应用	(155)
12. 埃及的城市交通	(66)	4. 悉尼奥运会的交通	(161)
二、公共交通的改革	(70)	5. 智能交通系统(ITS)在应变处理中的 作用	(165)
1. 英国城市公交的经营机制改革	(70)	6. 低地板公共交通工具	(168)
2. 加拿大的公交改革	(77)	六、公共交通与城市环境	(175)
3. 波兰公交改革的范例	(81)	1. 公共汽车的清洁燃料	(175)
4. 意大利的公交改革	(85)	2. 欧洲的代燃料公共汽车	(182)
三、轨道交通的建设与融资	(89)	3. “城市无汽车日”	(187)
1. 巴黎的自动化地铁新线	(89)	4. 公共交通与生态环境	(192)
2. 香港地铁的经营与发展	(94)	5. 公共交通与艺术	(199)
3. 圣保罗地铁的融资	(99)		
4. 土耳其的轨道交通	(103)		
5. 吉隆坡轻轨交通——B.O.O. 的实践	(106)		
6. 曼谷的空中列车	(112)		

亚洲经济的发展需要良好的基础设施作为支撑,才能保持其国际竞争力。据估计,在今后20年,东亚对基础设施的投资需求达1.5兆美元。亚洲国家认识到,无论是财力方面还是经营管理方面,国营部门都没有足够的能力来完成耗资巨大的基础设施。鼓励私人资本的参与,加强政府的监管,是有效的途径。

马来西亚的经济发展使首都吉隆坡的交通量大大增加。1998年建成了第一条轻轨交通线路,其建设与经营采取B.O.O.(Build-Own-Operate),即建设—拥有一营运的模式。这是公用事业私营化的一种新的尝试。

规 划

吉隆坡的面积为243km²,人口120万。1994年,全市有私人汽车40.8万辆,摩托车30.6万辆,出租汽车和公共汽车1.9万辆,加上其他车辆,机动车总数达84.9万辆。私人汽车总数为1984年的3倍,机动车总数也差不多同比例增加。由于经济活动蓬勃发展以及市郊住宅区和工业区的开发,使交通量不断增加,必须采取有力的措施,才能使市区保持通畅的交通条件和良好的生活质量。

吉隆坡总体规划的交通调研是在1979

年至1981年进行的。预测到2000年交通量将大大增加,私人汽车和摩托车的出行将为1980年的2.8倍,公共交通将增加1倍,其后果将使300多公里的道路严重阻塞。吉隆坡每公里道路的车辆数为620,与之相比,新加坡为214,香港为266,曼谷为695,雅加达为840。吉隆坡的情况与曼谷接近,但应当看到数字最低的新加坡和香港都已经建造了大容量公共交通系统。为了使中央商务区的道路交通保持畅通,在早高峰的车辆出行量中,要求公共交通的比重达到40%。总体规划研究报告中提出,只有在高密度的市中心形成以大容量轨道交通为主、公共汽车为辅的交通系统,才能使私人汽车转向新的交通模式。

该报告建议发展轻轨交通系统,其依据是:

(1) 根据人口及就业的预测以及私人汽车拥有率的增长,到2000年进出内环线的交通量将增加1倍。

(2) 内环线的道路容量和中心区内的道路容量已达到极限,因此需要发展公共交通。

(3) 公共汽车系统的改进已不能满足交通的需求。首先因为中心区道路上再要增加公共汽车的话,会对其他交通带来制约;其次是缺少乘客上下车的人行道空间;第三是

道路容量不能适应每小时 150 辆公共汽车的流量；第四，如果实行公共汽车专用车道，则要求建成 60km 的网络，但该计划无法实现。

STAR 1 号线

1990 年成立了一个有外国公司参加的吉隆坡公共交通集团，对轻轨交通系统进行可行性研究。研究结果认为从市中心通往东面和南面的交通走廊建造轻轨交通 1 号线符合总体规划的需求，最为可行。该线的一期工程长 12km，其中 9.5km 可以利用已经停止使用的地面铁路。该线建成后可以为迅速发展的住宅区和工业区服务，能够吸引大量客流。1991 年 4 月，吉隆坡公共交通集团正式向政府上报建议书，同年 7 月，经济计划部原则上批准该建议书。1992 年 11 月成立了有 9 家股东参股的项目公司，简称 STAR，负责 1 号线的实施。

STAR 1 号线一期工程简况如下：

长度：12km，其中 9.5km 为地面，2.5km 为高架。

车站：共 13 座车站，其中 9 座为地面，4 座为高架(图 3-8)。

车辆：AEG 生产的空调六轴铰接车(图 3-9)，长度为 28m，载容量为 375 人，其中座席有 54 个，共 34 辆。最高车速为 70km/h，平均运行车速为 30~34km/h。

供电：750V 直流，第 3 轨供电。

运能：单向每小时 16 500 人。

1992 年底，STAR 与交通部签订了特许



图 3-8 STAR 轻轨交通的车站

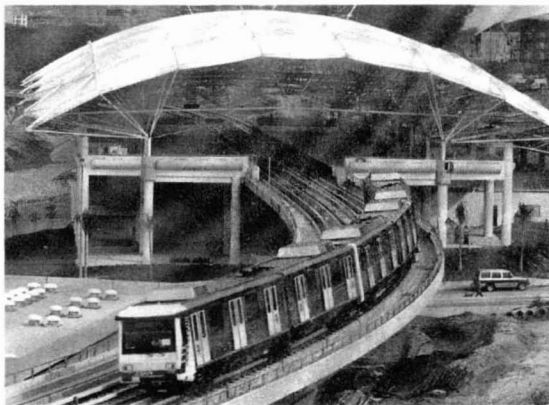


图 3-9 STAR 轻轨交通的列车

经营权协议。1993 年 8 月完成融资协议，并正式开工。1996 年建成，正式通车。

一期工程投入运行后，公众反映良好，因此决定建设二期工程。二期工程是一期工程的延伸，分两段。A 段向南延伸到体育场

和体育村，以迎接 1998 年在吉隆坡举行的英联邦运动会。A 段长 11.8km，其中 3.9km 为高架，7.9km 为地面，设 8 座车站。B 段向北延伸，穿过正在发展的商业区和住宅区，长 3.2km，全部为高架，设 4 座车站。二期工程采用由 3 节车厢组成的车辆，共 56 辆。

政 策

马来西亚经济的发展对道路、公路、铁路、港口、机场等基础设施的要求十分迫切，而天文数字的建设资金要完全由政府负担是不可能的，因为政府还要承担医疗保健和社会责任，同样需要大量投资。所以从 1983 年开始，马来西亚实行私有化政策，政府将重要基础设施的建设和管理放给私营部门，实行私营公司的特许经营权制度。同时制定了一系列政策和法规，以利于项目私营化的融资，包括：

- (1) 积极引进外资，以拓宽融资渠道；
- (2) 将项目私营化引入资本市场；
- (3) 基础设施的项目公司允许在预测营收情况的基础上进入股票交易市场。

STAR 1 号线作为一个私营化的基础设施项目，涉及到各方面的利益，每个方面都有其自身的期望值：

- (1) 从政府的角度，要求建成一个高效和低成本的系统；
- (2) 从投资者的角度，要求回报率及投资回收期达到一个可以接受的水平；

(3) 从贷款方的角度，要求现金流量和偿还达到一个可以接受的水平；

(4) 从承建商的角度，要在承担一定风险下有一个合理的价格。

(5) 从社会公众的角度，要求能提供高效、可靠的服务，而且票价合理。

要满足上述各方面的要求，必须具备以下一些条件：

(1) 建设的项目必须是真正需要的项目，不仅仅是政治上或计划上的需要，而是一致公认的需要；

(2) 必须有一个强有力的、政治上稳定的政府，执行明确的、有决心的私有化政策，对私营部门的开创性能够理解、合作和支持；

(3) 必须要有实力的发起人，对项目有充分信心，在技术上和财力上有能力作出必要的承诺，并有能力解决发生的问题；

(4) 必须有公众的支持，能认识到项目的必要性，并且完全支持政府的倡议。

政府的支持有以下的方式：

- (1) 物业开发的土地；
- (2) 长期软贷款；
- (3) 在税收、进口等方面鼓励投资；
- (4) 消化部分费用。

STAR 与政府、市政府和其他政府部门对项目达成的各项协议，以合同形式形成特许经营权协议。该协议授权 STAR 对轻轨交通项目进行设计、融资、建设和营运管理，并授权 STAR 将营业收入留作己用，同时在特许经营权的期限内承担对轻轨交通系统的

运行和维护。

特许经营权协议中的关键性条件包括：

- (1) 土地权；
- (2) 铁路走廊；
- (3) 公地上定居者的动迁；
- (4) 公共汽车馈入线的审批；
- (5) 道路出入口和行人出入口；
- (6) 环境影响；
- (7) 建设期限；
- (8) 营运目标；
- (9) 营运期限及期满清算。

STAR 1 号线是马来西亚第一个按照 B. O. O. 协议实施的私营化项目，其特许经营权的期限为 60 年。但在第一个 30 年结束时，双方对特许经营权协议的条件要在商业化的基础上重新协商，此后政府对该项目的支持将大部分终止。

建设费用与融资

STAR 1 号线的融资需要考虑到公司本身的结构、资本市场、风险分配、政府政策等关键因素。STAR 本身并不是一个享有充沛现金流量的大公司，也不是大公司的一部分。因此无法进入更为复杂的资本市场，或者通过发行股票、债券等办法来筹资。不过马来西亚的资本市场非常强大，可以用合理的成本和合理的占用期获得足够数量的贷款。此外，马来西亚银行对项目融资有丰富的经验，并有能力对项目的风险和回报进行评估。

STAR 1 号线的一期工程投资 12 亿 RM (马来西亚元)，二期工程投资 22 亿 RM，共计 34 亿 RM。其组成部分如表 3-2 所列。

STAR 的融资在很大程度上取决于如何

表 3-2 项目的建设分项费用(百万 RM)

分项	一期工程	二期工程	共计
铁路租借费	15	0	15
建设合同	466	871	1337
供应合同	503	866	1369
运行前费用	65	102	167
财务费用	161	331	492

使不定因素所造成的风险降到最低程度。整个项目的融资计划由股本、政府贷款、商业贷款构成，其结构如表 3-3 所列。负债与资产的比例基本上控制在 4:1。

表 3-3 融资计划的结构(百万 RM)

组成部分	一期工程	二期工程	共计
股本	300	360	660
政府贷款	150	550	700
商业贷款	810	1260	2070
总计	1260	2170	3430

风险管理

交通投资项目的投资大、时间长。整个项目能否成功的一个重要关键是风险管

理。像 STAR 1 号线这样的 B. O. O. 项目，必须要对可能出现的风险进行分析，进行系统的管理，使可能发生的风险降到最低程度。存在的风险有以下几个方面。

(1) 政治风险 包括土地征用、进口许可证、税收；

(2) 经济风险 包括汇率变动、利率变动、建设费用上涨、运行费用上涨、现金流量的敏感性、电价、票款营收和今后票价；

(3) 技术风险 包括建设期技术上发生的问题和营运期技术上发生的问题；

(4) 建设风险 包括工程造价、建设时间、开工延迟、动迁进度和合同缺陷；

(5) 营运风险 包括员工素质、公共汽车馈入线的配合、安全、电力供应和其他交通的竞争。

风险分解以后，要明确 STAR、承建商和政府分别承担哪些风险，有的风险要共同承担。

对 STAR 来说，票款营收是关系到经济效益的关键。票款营收首先取决于客运量，而政府并不作出最低客运量的保证。因此 STAR 必须依靠顾问的咨询，这是最大的风险区。其次取决于今后的票价。票价的调整和票制结构的改变通常有法定的程序，由政府权力机构决定。STAR 与政府协商的结果是：

(1) 政府对票价的调整保留批准或不批准的法定权力；

(2) 根据预定的，与通货膨胀相关的票价计算公式而得出的调价要求，如果政府不批准的话，则政府给予补偿；

(3) 如果调价造成超额利润，则根据控制计划，票价的提高将受到限制。

协商的结果使各有关方面都能接受。

PUTRA 2 号线

STAR 1 号线按 B. O. O. 协议实施，进展比较顺利，因此，政府决定建造第二条轻轨线路，以扩大轻轨交通的网络。为了建设 2 号线，另外成立了一个公司，简称 PUTRA，同样采取 B. O. O. 的模式。2 号线决定采用加拿大车辆制造厂 Bombardier 和温哥华空中列车的技术，车辆由线性电机驱动，实现全自动无人驾驶系统(图 3-10)。2 号线的简况如下：

长度：28.8km，其中 22.3km 为高架，4.4km 为地下，2.1km 为地面。

车站：共 24 座车站，其中 19 座为高架，5 座为地下。

车辆：Bombardier 生产的 ARTMK II 型，长度为 33.7m，由 2 节车组成对车，每节载客量为 236 人，其中 32 为座席。共 35 对。

供电：750V 直流，第 4 轨供电。

运能：初期单向每小时 1 万人，最终单向每小时 3 万人。

吉隆坡的综合交通规划还包括以下一些项目：

(1) 国营铁路实行私有化，并建设连接吉隆坡与其他商业中心城的电气化城间铁路；



图 3-10 PUTRA 轻轨车辆

- (2) 独轨交通系统；
- (3) 连接吉隆坡与国际机场的高速铁路；
- (4) 现有公共汽车的合理化和现代化。

综合交通规划的实施，目的是鼓励上下班的人从开私人汽车转向坐公共交通，以缓解交通拥挤和改善空气质量。

6. 曼谷的空中列车

泰国首都曼谷素有“东方威尼斯”之称，大小河流密布，水上交通十分便利。从小船到渡轮，从私人游艇到旅游汽船，在主干河道和数百条小河中四通八达。这是泰国老百姓一种传统生活方式。但是随着社会经济的发展，对城市交通的需求已不是水上交通所能承担。曼谷有 600 万人口，约有 200 万到 300 万人每天从邻省来曼谷工作。1984 年曼谷小汽车占机动化出行总量的比例为 27.4%，1994 年增加到 45.1%；公共交通的比例则从 63% 降到 50%。随着交通流量不断增加，大量的私人汽车、出租汽车、公共汽车、摩托车、三轮车使有限的道路拥挤不堪。如果在高峰时间，5 条马路的出行距离往往要花上一二小时。车辆在途中要长时间等候，以至有人在车内装上电视机或卡拉 OK，以消磨时间。

1992 年，曼谷市政府决定要建造轨道交通系统，首先建造总长 24km 的高架轨道交通线，称为空中列车(Sky Train)。但是泰国政府不准备提供直接补贴和投资，而是采取特许专营权的方式，让私营企业来融资。考虑到建设轨道交通所需的土地费用十分昂贵，私营企业无力承担这部分费用，因此市政府决定成立曼谷公共交通公司(BTSC)，无偿提供土地，让曼谷公交公司获得路权。这是一个十分重要的决策。

空中列车是一项交钥匙工程，经过投标，Siemens 和 Kreidtanstalt für Wiederaufbau (简称 KfW) 中标。在融资方面，Siemens 和 KfW 要求泰国要有一家大银行一起参与，最后暹罗商业银行决定参加。与此同时，还要求一些承包单位共同承担财务风险，以保证整个项目按时按质地完成。曼谷公交公司在 30 年的专营期间负责该系统的营运，所有票款收入及相关的收入均归曼谷公交公司。在专营期间，曼谷公交公司拥有该系统的所有机电设备，直至专营期结束。

1996 年 10 月开始施工，Siemens 与当地一家土建公司(Italian-Thai)合作。因为不能影响道路交通，并且要保证安全，施工难度相当大。曾经发生过高架梁下坠，砸坏一辆出租汽车，司机死亡的事故，于是被限令停止施工 2 个月。市政当局对施工时间作出严格的规定，白天只能在上午 11 时至下午 5 时进行作业。由于施工单位的努力，工程进度得不错。

1997 年亚洲金融危机对整个工程带来严重的影响，甚至可能完全停下来。泰铢贬值使工程费用大幅度上升，一些银行甚至想退出。但是已经建造了 1/4 的工程没有退路，停下来只会导致更大的损失。KfW 决定增加贷款，国际金融公司也作出同样的决定。在各方面的共同努力下，工程得以继续

进行。除了财政上的困难以外，技术方面最大的难点是必须在不封路的情况下，在道路中央施工。然而土建公司克服了各种困难，仅花了 2 年半的时间，便完成了 24km 的土建工程。

由于泰国是第一次建造这种轨道交通系统，缺少这方面的专业人才。曼谷公交公司选派人员送到 Siemens 培训，回来后再负责培训其他人员。空中列车终于比预期计划提前完成，1999 年 12 月 1 日正式向曼谷公交公司交付钥匙，在泰国国王生日的那天正式通车。交钥匙工程的合同期限为 30 年，Siemens 的维修合同期限为 5 年，到时可以再议。

空中列车的线路长度为 24km，有 2 条路线。SKT 线长 17km，SLM 线长 6.5km，共设有 23 座车站，其中暹罗广场站为两线的换乘站。Siemens 提供 35 列 3 节编组的列车(图 3-11)，今后可以扩展为 6 节编组。SKT 线的行车时间为 29min，车间隔为 2min；SLM 线的行车时间为 13min，车间隔为 3min。全天的运行时间从早上 6 点到午夜。

空中列车的建设费用为 13 亿美元，超出计划 60%，另外还需要 4 亿美元，供 30 年专营期的财务和管理费用。费用超支主要是由于泰铢贬值，以及由于财政问题而耽误施工。为了解决财政困难，除了投资者增加资金投入以外，必须考虑提高票价。原定单一票价为 10 铢，调整后为 10~40 铢，按里程计价。对于中产阶级来说也不便宜，因为相比而言，公共汽车的票价便宜得多，普通

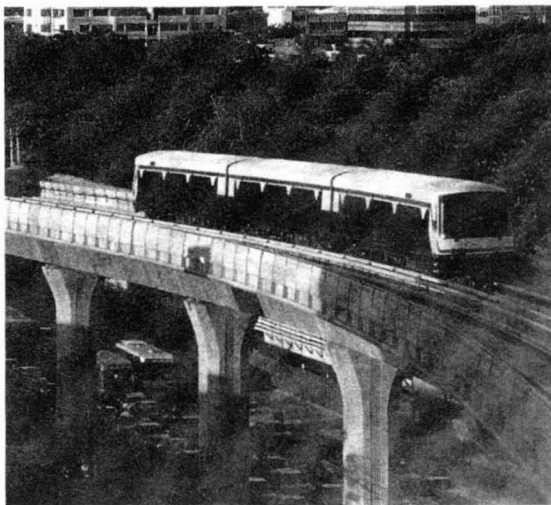


图 3-11 曼谷的空中列车

公共汽车为 3 铢，空调公共汽车为 10 铢。原来预测工作日的客流量为 70 万人次，调整票价后希望达到 68 万人次，才能满足财务上的要求，保证投资回报率。显然，舒适和快速是空中列车的最大优点。投入运行以后，客流的上升有一个过程，各种媒体正大力宣传，以吸引乘客。

空中列车是一种现代化的交通工具，清洁、明亮、舒适，乘在高出地面 9m 的车上，可以观望美丽的公园、古老的寺庙和现代化的摩天大楼，是一种观光享受。可是令人不解的是，有些高架车站没有自动扶梯。对于泰国一般习惯于走路的普通老百姓来说，上下扶梯作为一种健康锻炼，不是什么问题。然而对于老年、残疾或携带物品的乘

客来说，则成为难题。更成问题的是人行扶梯的设计遭到严厉的批评。有一位 17 岁的女学生对这种扶梯感到十分气愤，尖锐地批评这种扶梯使妇女的隐私受到侵犯。因为扶梯每级之间的间隔太大，而且中间是空的。妇女上下扶梯必须跨大步，如果穿裙子的话，将十分难堪，因为在扶梯下面往往有人抬头窥伺。事实上那些三轮车工人在休息时，常常聚集在高架车站下面，以窥伺打赌取乐。市政管理部门则将其分散的管理站设在高架车站下面，值勤人员也会以此为乐。这位女学生说，她在上下扶梯时，不得不十

分小心地捂住自己的裙子。对于这类投诉，警察局表示只要接到报告，警察会马上赶到现场处罚。可是很多警察岗亭也设在高架车站下面，有的警察也不自重。

尽管如此，空中列车无疑是曼谷建设轨道交通系统的首创，其成功将是今后发展轨道交通的关键因素。曼谷已制订了 2011 年总体规划，要求建成 240km 大容量轨道交通系统，包括曼谷公交公司的 24km 空中列车，25km 地铁系统，56km 橙线，20km 紫线，以及通往新国际机场的线路。

7. 轻轨与铁路共轨运行——德国的创新

早在 20 世纪 30 年代，有轨电车在欧洲十分普及。后来汽车的发展造成许多城市的有轨电车被淘汰。70 年代以后，现代化的轻轨交通开始兴起，许多城市又纷纷建设新的轨道交通系统。欧洲城市的特点是以中心城市为核心，向外发展，形成一个地区，中心城市与外围的交通联系十分重要。对于中等城市来说，要建设一个覆盖地区的轨道交通网，在财力上是不可行的。但是欧洲有非常发达的铁路系统，如果利用铁路的轨道，与市区轨道交通网连接起来，则可以充分利用铁路资源，扩大城市向外辐射的客运能力，而不需要太大的投资。德国首先试验这种城市轻轨与铁路共轨运行的交通方式，并取得成功，不仅为德国一些中等城市发展客运交通开辟了一条新的途径，而且引起欧洲其他一些国家的关注。

卡尔斯鲁厄的创举

卡尔斯鲁厄是德国巴登-符腾堡州的一个重要城市，她既有发达的工业，又是核研究中心，也是德国最高法院——联邦法院和联邦宪法法院的所在地，有 28 万人口。该市的轻轨交通在城市内发挥很好的作用，但通向外围的交通则依靠小汽车。他们首先想到，如果能利用铁路线与市内轻轨交通线

接通，则可以从市区直接到达外围地区。铁路的轨距与轻轨交通的轨距相同，不存在问题。但是电气化铁路的供电制采用 15kV、16 $\frac{2}{3}$ Hz 的交流电，而城市轻轨系统则采用 750V 直流电。要共轨运行，车辆必须在两种电压制下都能工作，这种双电压制的车辆必须专门设计。由于德国在轨道车辆和电气设备方面的设计制造有雄厚的实力，要生产这种专门的车辆并不困难。在运行方面，城市轻轨车辆如何在铁路上保证安全行车，也是必须考虑的问题。好在城市轻轨车辆的速度比铁路列车低得多，最高车速为 90km/h，制动距离相对较短，而且容易操纵，因此，在铁路干线上行驶可以保证安全。

1992 年 9 月，卡尔斯鲁厄轻轨与铁路共轨运行的计划终于实现，市中心与郊区直接连通，成为通勤交通的理想方式，吸引了大量乘客，而整个计划的投资不大。1999 年末共有 36 辆双电压制的轻轨车辆投入运行，客流量增加到初期的 4 倍。

卡尔斯鲁厄的成功可以称为城市交通与铁路相结合的新时代的开端。1999 年，该市又提出将规模扩大到 63km 的计划。

萨尔布吕肯的实践

萨尔布吕肯是萨尔州的首府，是一座工

业城市，也是博览会和会议城市，有 20 万人口。该市的有轨电车在 20 世纪 60 年代中期被拆除，那时的认识是发展公共汽车会比有轨电车更加经济。但是有轨电车在街道上消失以后，人们不久便发现，这些腾出来的道路空间很快被汽车挤满，造成城市交通阻塞，空气严重污染，对城市的生活质量和经济发展带来不可估量的后果。

该市 20 万居民中，有 6 万多人每天上下班，市中心区的交通阻塞愈来愈严重。市政府决心要将私人交通削减 20%。地区每天的出行总量约 100 万人次，其中公共汽车承担 10 万人次，私人汽车的出行为 90 万人次。市政府提出削减私人汽车出行人次的 20%，就是要有 18 万人次转移到公共汽车，这样就必须大大扩大公共汽车的网络。市区两条平行的火车站大街和凯撒大街要组成一对单向交通的道路，每小时大约要有 200~300 辆公共汽车在两条干道上行驶。这显然是不可行的。1991 年开始组织交通调研，计划在市中心建设轻轨交通。当时该市的规划要求将火车站大街改成步行区，穿越市中心的干道只供公共交通使用。于是市议会一致决定建造轻轨交通系统，一期工程是通过整个市中心区的区段，长 5km。

萨尔布吕肯市郊的地区铁路是由德国国营铁路经营。20 世纪 80 年代末，德国铁路一直要求停办亏损的城市铁路业务，与地方政府发生严重的矛盾。后来德国对铁路系统进行改革，实行私有化，城市交通的经营转移给地区。于是萨尔布吕肯的地方政府与德

国政府签订了所谓地区化基金的协议，地区因而有一定的资金渠道。

该地区有 180km 的铁路设施，其中 160km 已经电气化。萨尔州与法国接壤，从萨尔布吕肯到法国洛林大区的边境城市是一条重要的交通线。可以利用的铁路有德国铁路的 16km 轨道和法国境内的 1km 轨道，另外要改造 11km 铁路和新建 17km 铁路。这样可以形成 45km 的路网。

该市在制订交通规划时，明确提出“城市与地区轨道交通系统”的概念，他们吸取卡尔斯鲁厄的经验，决定将市内的轻轨交通与铁路接通，为该地区提供交通服务。但是要通到法国境内，必须得到法国国家铁路 (SNCF) 的许可。这是一项困难的工作，因为法国国家铁路对安全问题表示担心。通过地区政治力量的努力，法国国家铁路的总部最终同意发放特别许可证。

为萨尔布吕肯设计的轻轨车辆是由 3 节车厢组成的铰接车，长 37m (图 3-12)。两端的车厢各有一个转向架，是低地板结构，以方便乘客上下车。中间一节有 2 个转向架，没有车门，地板较高，电气设备安装在地板下面。因此整辆车有 48% 的长度是低地板。车辆的 8 个轮轴由单轴电动机驱动，总功率为 960kW。轻轨车的爬坡能力为 8%，大于传统的铁路车辆，可以适应该地区的地形，其加速和制动的性能可以满足城市交通的运行要求。这种车辆可以适应市区最小曲线半径为 50m 的运行条件，特殊地点可以通过半径为 30m 的弯道。