

# 我国中低运量城市轨道交通发展的几点思考

赵小文

(中车浦镇庞巴迪运输系统有限公司,241060,芜湖//高级工程师)

**摘要** 中低运量城市轨道交通将成为我国近阶段城市轨道交通的重要发展方向。以东京和上海为例,探索规划层面发展多制式轨道交通的必要性,总结了国内中低运量城市轨道交通项目的实施情况,提出了中低运量城市轨道交通在我国发展的3个功能定位及其适用性。梳理了目前城市轨道交通的审批流程和门槛,提出中低运量城市轨道交通应采取“从严监管,简政放权”的政策措施。建议通过轨道交通的标准化和产品认证来引领产业的高质量发展。

**关键词** 城市轨道交通;中低运量;功能定位;审批

**中图分类号** F570.7

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2019.10.001

## Research on the Development of Medium and Low Traffic Volume Rail Transit in China

ZHAO Xiaowen

**Abstract** Currently, the medium and low urban rail transit is an important development direction of urban rail transit in China. Taking Tokyo and Shanghai as the examples, the necessity of multiple rail transit system level is explored on the planning, the implementation of medium and low rail transit projects in Chinese cities is summarized, three functional localization of medium and low rail transit and the applicability are put forward. On this basis, the current examination and approval process and threshold of urban rail transit is sorted out, related policy measures of "strict supervision, simplification and decentralization" are proposed, which suggest that the scientific development of rail transit industry should be guided by standardization and product certification.

**Key words** urban rail transit; medium and low traffic volume; functional localization; examination and approval

**Author's address** CRRC Puzhen Bombardier Transportation Systems Ltd., 241060, Wuhu, China

目前我国已建成的城市轨道交通线路,多为通过中心城市城区的径向线,以骨干线网的形态出现,采用大运量地铁系统。数据显示,我国以A型车和B型车为代表的地铁和市域快速轨道交通线

路约占87%,其他制式如单轨、现代有轨电车、中低速磁浮、自动旅客运输(APM)系统等仅占13%左右。

我国在城市轨道交通多制式发展上较为缓慢,存在着“短板”和“缺位”,因而,近年来,国家的政策也在倡导量力而行、因地制宜地发展多种制式的城市轨道交通。以此为契机,中低运量城市轨道交通得到了越来越多的关注。

## 1 城市轨道交通多制式发展历程

### 1.1 多制式轨道交通线网规划

纵观国内外开通了轨道交通线路的城市,在线网建设初期很少注重轨道交通的多层次线网规划,往往是在线路建设时再开展选型的“补遗”研究,针对线路的具体特点来选定系统类型<sup>[1]</sup>。此后,通过轨道交通多条线路建设项目的推进和城市的不断发展,逐步构建出层次丰富的轨道交通线网。

如东京大都市圈的轨道交通线网不仅密度高,而且层次丰富,多种制式互补共存<sup>[2]</sup>。东京大都市圈以城市铁路和地铁为主构建了大运量的客流通道,1 846 km的铁路和约290 km的地铁网络承担了东京市大部分的客流;此外,东京大都市圈以单轨(55 km)、APM(39 km)、有轨电车(17 km)等中低运量系统为辅,构建了局部的接驳线或加密线,可将末端客流输送至骨干线网。这些中低运量系统的制式丰富多样、选线灵活、工程体量小,与城市铁路和地铁互为补充。

《上海市城市总体规划(2017—2035年)》提出了“一张网、多模式、广覆盖、高集约”的规划理念,构建3个“1 000 km”的多层次轨道交通网络。即:分别构建1 000 km的城际线、1 000 km的市区线以及1 000 km的局域线。其中,局域线可采用现代有轨电车或APM制式,其功能定位为大容量快速轨道交通系统的补充和接驳,服务局部地区普通客流以及中客流走廊,提升地区的公交服务水平。

## 1.2 多制式项目探索

对于北京、上海、广州、深圳等特大城市,目前均已建成了城市轨道交通骨干线网。这些城市的经济发展水平高,人口出行需求持续增长,城市布局 and 风貌不断成熟,需要用中低运量轨道交通线路来填补大运量轨道交通系统线网之间的空白区域。这些城市均开展了多层次轨道交通的规划研究,并针对现代有轨电车、APM、中低速磁浮等示范项目做了一些探索。

对于一些客流规模达不到地铁审批门槛但城市经济基础较好的城市,如芜湖、长春、吉林、柳州等,亟待提升城市定位,市民对城市轨道交通需求强烈,经规划论证后选择了采用中运量跨坐式的单轨或轻轨作为城市的骨干线路。

而对于一些人口相对较少,客流强度较低的城市,或城市的开发区、科技园区等区域内部,因其道路资源好,可因地制宜地选择以路面敷设为主的现代有轨电车制式,如苏州高新区有轨电车、淮安市有轨电车等。

除了建设最高运行速度 70 km/h 的现代有轨电车、80~100 km/h 的地铁外,对于更高速度、更大站间距、用以进行城市组团间联系的线路,兼具了城市轨道交通和市域铁路的特性,如温州市域 S1 线、北京新机场线、南京宁句城际线、成都 18 号线等。这些线路在旅行速度、运营组织、线路敷设、供电制式、车辆配置等方面有着不同的技术规格和适用范围。

## 1.3 中低运量城市轨道交通发展探究

目前,中低运量城市轨道交通系统总体尚处于发展起步阶段,一些关键技术尚待进一步研究,车辆设计及制造工艺尚待探索发展,系统配套产业仍需进一步向市场化拓展,项目建设、验收、运营和维护体系也不够成熟。这也是部分项目实施后褒贬不一的主要原因。就我国目前轨道交通产业整体技术水平而言,要解决这些问题并不困难。相信在市场的主导下,通过装备制造、设计管理及咨询服务、土建工程等产业链的培育和发展,经过多个项目的执行与检验后,中低运量多制式城市轨道交通技术平台将逐渐走向成熟和完善。

## 2 中低运量城市轨道交通的功能定位

### 2.1 接驳线、加密线

随着城市人口的快速增长,城市范围的快速扩

张,原有中心城的资源已不能承担市民对居住、生活和工作等方面的需求,大量居民外迁到近郊新城。城市的发展也由单中心向多中心组团布局发展,城市的活动空间日益增大。

在这些新城区中,有的尚无覆盖轨道交通线路,有的新城区其居住区与现有的轨道交通站点尚有一定的距离,步行至轨道交通车站需较长时间。因此,需要建设接驳线路,方便将乘客输送至轨道交通骨干网络。这类线路在功能上属于骨干线路的辅助线,为骨干线路搜集客流;在线网型态上,这些线路有多种类型,如叉线、环线等;在系统制式的选择上,这些线路也具有多样性和灵活性。此外,在城市地铁线网密度较小的区域,其运输需求如果不足以支撑新建 1 条地铁线路,则可以通过建设中低运量的轨道交通加密线来提升城市公共交通的服务水平。

典型的中运量接驳线,以新加坡为代表。新加坡的国土面积为 714 km<sup>2</sup>,人口 518 万,目前运营 5 条地铁线路(共计 200 km)、3 条 APM 线路(共计 28.8 km)。其中:武吉班让线、盛港线、榜鹅线等 3 条线路选择了 APM 胶轮制式,作为地铁骨干线网的接驳线,有效解决了社区居民“最后一公里”出行问题。

在国内,2018 年 3 月开通试运营的上海轨道交通浦江线作为地铁 8 号线的延伸线,采用了全高架的 APM 制式。线路全长 6.6 km,远期高峰小时客流断面预测值为 1.41 万人/h。

### 2.2 中低运量骨干线路

将中低运量轨道交通作为城市交通骨干线路的代表有:瑞典哥德堡的有轨电车系统、我国台北的文湖线,以及近年来在国内二线城市迅猛发展的跨坐式单轨项目。

以我国台北市为例,城区面积 272 km<sup>2</sup>,人口 268 万,2017 年的 GDP 为 5 412.65 亿元(人民币),其经济条件和社会基础设施建设均较好。作为台北市首条轨道交通线路,文湖线选择了 APM 制式。文湖线与其他地铁线路一起,共同组成了台北市轨道交通线网,如表 1 所示。

近年来,以跨坐式单轨为代表的中低运量轨道交通系统在国内二线城市发展迅猛。截至 2018 年 3 月,已运营的城市有重庆市,线网长度共计 98 km;建设规划已获得批复的有芜湖市,建设里程 47 km;线网规划已批复的城市有 18 个,如柳州、吉林、邯郸、佛山、潍坊等,规划总里程 2 842 km;另有 6 个城

市建设了 49 km 的试验线以及 10 条旅游线路,共计 301 km。此外,天津、德州等 13 个城市正在开展跨坐式单轨的线网规划,预计总长度1 617 km<sup>[4]</sup>。

表 1 台北市轨道交通线路及制式一览表						
线路名称		线路 长度/km	站间距/ km	开通 年份	车辆 编组	制式
文湖线	文山线	10.9	0.99	1996	4 节编组	APM
	内湖线	14.8	1.23	2009	4 节编组	APM
淡水信义线		32.3	1.11	1997	6 节编组	地铁
中和新芦线		31.5	1.26	1998	6 节编组	地铁
松山新店线		21.3	1.12	1998	6 节编组	地铁
板南线		28.2	1.28	1999	6 节编组	地铁

注：1. APM 技术规格:每节车辆长 13.78 m,宽 2.56 m,DC 750 V 第三轨供电;2. 地铁技术规格:每节车辆长 23.5 m,宽3.2 m, DC 750 V 第三轨供电;3. 另有新北投支线(长 1.2 km,3 节编组地铁)和小碧潭支线(长 1.9 km,3 节编组地铁)未列

## 2.3 区域组团线路

### 2.3.1 城区组团

在一些未进行轨道交通走廊预留规划的城市区域,由于既有的建筑物密集,若采用地下敷设的地铁系统则造价昂贵,且管线迁改复杂;若采用高架的地铁线路,则因线路条件制约导致拆迁量大,且线路运行产生的噪声大,难以满足环评要求。因此,选线灵活、运行噪声较低的 APM、跨坐式单轨、中低速磁浮系统可以成为这些城区组团内运输工具的良好选择。

以澳门为例,其陆地面积为 32.8 km<sup>2</sup>,人口 62 万,尚无开通运营的轨道交通线路。虽然澳门的城市规模小,但人口密度高,且旅游出行人群的特征显著,预测轨道交通先建段在运营初期的高峰客流为 7 800 人/h,2020 年高峰客流可达 1.41 万人/h。澳门市区的道路狭窄、弯道较多,商业和居民区密集,轨道交通工程的制约多,需要选择拆迁少、噪声低、造价合适的城市轨道交通系统。基于此,澳门最终采用了 APM 制式。根据规划,澳门的轨道交通由 2 条线组成,线路总长 25 km,设 30 个车站。其一期工程已于 2011 年启动建设。

### 2.3.2 机场内部的轨道交通线

大型机场的功能区较多,有一定的区域内部交通需求。此外,一些枢纽机场的转机乘客较多,而地面摆渡车的运能有限,且交通流线交织干扰,当运输距离较长时也不适宜完全依靠自动人行道。因此,世界上许多大型的国际机场建设了内部的轨道交通系统。这其中有 32 条线路采用了 APM 制式,8 条线路采用了缆车制式,2 条线路采用了单轨制式,2 条线路采用了地铁制式,1 条线路采用了个

人快速轨道交通(PRT)制式<sup>[5]</sup>。可见,机场内部的轨道交通线路大多采用了 APM 制式。APM 的系统规模较小、选线灵活,在工程条件上更贴合已建好机场的要求;APM 系统的可靠性高,可以全过程昼夜不间断运行,这与国际机场全天候运行相匹配;APM 系统的运营方案多样、岔区布置紧凑、运行交路多、编组灵活,能更好地适应航班晚点、客流集中到达等突发情况。图 1 为美国达拉斯-沃斯堡机场的 APM 线实景图。

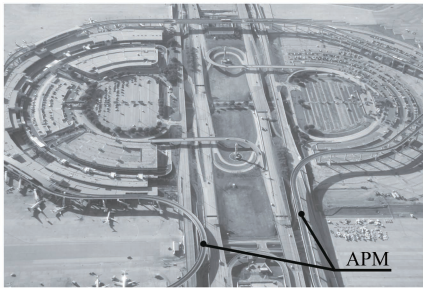


图 1 美国达拉斯-沃斯堡机场内部 APM 线实景图

在国内,已运营或在建的中低运量机场轨道交通系统有:香港机场(APM,1998 年已运营)、台北机场(APM,2003 年已运营)、北京首都机场(APM,2007 年已运营)、上海浦东机场(地铁 A 型车,预计 2019 年建成)、深圳宝安机场(APM,预计 2020 年建成)、成都天府机场(APM,预计 2020 年建成)。另外,西安、广州、昆明、沈阳等地的机场正在或已进行了内部航站楼间的轨道交通线路规划研究。

### 2.3.3 旅游线

随着我国民航、高铁、高速公路等综合交通体系的不断完善,国民经济水平的不断提高,服务业的进一步发展,旅游与轨道交通的融合发展已逐步提上日程。2017 年,我国的交通运输部、国家旅游局等 6 部门联合提出了“完善旅游交通的基础设施网络、强化客运枢纽的旅游服务功能、加强服务景区客流的公共交通运输组织、开发适合旅游特点的特种观光列车等措施”<sup>[6]</sup>。

在旅游景点,可以考虑选择中低运量的新型轨道交通,如视野好、景观影响小的跨坐式单轨或悬挂式单轨,以及爬坡能力强的齿轨等。这些新制式在旅游景区的应用,不仅可以解决景区的交通问题,而且乘坐轨道交通线本身也是一种观光和体验,可以提升旅游景区的品质。

拉斯维加斯是世界著名的以赌博业为中心的旅游、购物、度假城市。该市的单轨线路长 6.3 km,

通过 7 个车站串联了城市中心的度假酒店、赌场、夜场、酒吧、体育场等场所。该线路自 1995 年开通以来,年客运量约 400 万人次。此外,据不完全统计,全球有 30 余个主题公园内建有跨坐式单轨,作为园区内部的交通工具。

### 3 我国中低运量轨道交通项目的立项、审批与标准化

#### 3.1 城市轨道交通项目审批现状

2003 年,国务院办公厅发布了《关于加强城市快速轨道交通建设管理的通知(国办发[2003]81 号)》(以下简为“81 号文”),明确了地铁和轻轨的建设门槛。在 81 号文的指导下,国内城市轨道交通蓬勃发展,形成了一整套较为完善的立项审批管理流程,包括轨道交通的线网规划、建设规划、工程可行性研究、初步设计、施工图及开工准备等方面。这其中,各个环节的编制报告或者设计文件大部分都有相应的指导文件或技术标准。

2017 年 8 月,在防控地方债务的背景下,包头市地铁项目停建,其他城市的轨道交通项目审批也暂缓。2018 年 7 月,国务院办公厅发布了《关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见(国办发[2018]52 号)》(以下简为“52 号文”),提高了地铁和轻轨的审批门槛。在这之后,各大城市申报的新一轮线网规划纷纷进行了缩减和优化,中小城市的地铁规划则暂缓,中低运量的轨道交通系统(跨坐式单轨、现代有轨电车、中低速磁浮、APM、悬挂式单轨等)受到了进一步关注。

在审批权限上,52 号文明确了地铁和轻轨的建设规划审批权归国家发改委或国务院,现代有轨电车的审批权划归省级发改委,目前尚缺少与之相匹配的实施细则和指导意见。特别是对于“轻轨”和“现代有轨电车”的概念和范围不够明确,各地设计、建设、验收、运营等规范体系不完备,审批的门槛和流程也不尽相同。

#### 3.2 多制式审批探究

从目前各地规划建设情况来看,对于以现代有轨电车、悬挂式单轨为代表的低运量系统,通常做法是:项目所在地的市级政府批准其线网规划或建设规划;项目的工程可行性研究报告由所在地市(区)政府的住房和城乡建设部或交通运输部会审后,报市(区)政府发展和改革委员会审批;工程可行性研究报告批复后,项目的初步设计文件报所在地的

市(区)政府住建、交通、发改委等部门审查,通过后准备相应的开工建设事宜<sup>[7]</sup>。

对于以 APM 跨坐式单轨为代表的中运量系统,则通常参照地铁的审批流程,在门槛上根据 81 号文或 52 号文进行相应的调整。如:上海轨道交通浦江线 APM 项目,作为原地铁 8 号线二期的延伸线,纳入了上海市轨道交通线网规划和国家批准的建设规划,工程可行性报告由上海市发展和改革委员会批复,初步设计由上海市住房和城乡建设部批复;芜湖市的跨坐式单轨项目,其线网规划由芜湖市政府批复,建设规划由国家发展和改革委员会批复,工程可行性研究和初步设计均由安徽省发改委批复。

比照 52 号文的要求,在中低运量发展过程中,出现了新的问题,如:全高架钢轮钢轨制式的现代有轨电车,其审批流程是参照轻轨,还是现代有轨电车;运量较小、投资较低的小型 APM 或“云巴”的审批,是参照轻轨还是现代有轨电车;等等。

52 号文的出发点是控制地方债务、减轻财政负担,规范地铁、轻轨、现代有轨电车等多种制式,使各种制式得以因地制宜的发展。基于此,笔者认为:全高架钢轮钢轨有轨电车参照“轻轨”审批更合适;小型 APM 虽然不是真正意义上的有轨电车,但参照“现代有轨电车”审批更为妥当。

#### 3.3 多制式城市轨道交通发展的政策方向

在未来,多制式中低运量城市轨道交通发展宜采取 2 个政策措施:从严监管,简政放权。

1) 从严监管。从轨道交通的运能、投资、技术规格等方面规范各种制式的发展。具体而言,比照中运量的“轻轨”门槛的指标:高峰小时运输能力为 1.5 万~3.0 万人/h,每 km 的工程造价为 2.0 亿~3.5 亿元,可同等采用 APM 或跨坐式单轨等制式;比照低运量“现代有轨电车”门槛的指标:高峰小时运输能力为 0.7 万~1.5 万人/h,每 km 的工程造价 1.0 亿~2.0 亿元,可同等采用小型 APM、智轨、现代有轨电车、“云巴”等制式。

2) 简政放权。不限定各种制式的门槛,鼓励多制式科学发展,百花齐放;允许通过一段时间的市场竞争和项目检验,优胜劣汰,倡导立足需求,开发合适的产品。不强调在制式上设置门槛,但应在运能、投资、技术参数(如路权、敷设形式、驾驶方式、编组等)上有所界定。

#### 3.4 中低运量城市轨道交通的标准化与产品认证

无论是在工程设计还是在装备制造方面,中低

运量城市轨道交通相关的规范、标准都尚不完善,缺失较多。而国外,如美国和日本在跨坐式单轨、APM 系统上的体系较为完善,欧洲则有着完善的现代有轨电车规范体系。

以美国土木工程师协会(ASCE)制定的《ANSI/ASCE/T & DI 21—13 Automated People Mover》为例,该标准对胶轮路轨 APM 和跨坐式单轨系统的设计、建造、运行和维护等方面提出了最基本的要求,其标准本身也可用于项目的安全认证。该标准/规范既不同于国内的车辆通用或专用技术条件,也不同于工程类设计规范或验收标准,可以看作是从用户角度出发,制定了统一的通用技术规格书,其广度涵盖了车辆通用技术条件、车辆技术规格、工程设计规范等内容,值得借鉴。

建议国内相关主管部门尽早开展相关规范和标准的编制工作,针对跨坐式单轨、胶轮路轨 APM、现代有轨电车等制式,制定出总体性的设计规范和建设标准。待时机成熟,再结合装备认证的引导方向,着手制定产品设计、制造、验证等相关标准,以提高中低运量城市轨道交通的装备质量安全水平,引导轨道交通行业的科学发展,减少无序竞争。

## 4 结语

以胶轮路轨 APM、跨坐式单轨、现代有轨电车等为代表的中低运量多制式城市轨道交通是未来一段时间内国内城市轨道交通的重要发展方向。

其适用于一线城市的轨道交通骨干线网的接驳线和加密线、二线城市的中运量轨道交通骨干线,以及区域(城区、机场、旅游等)组团线。

我国目前针对中低运量城市轨道交通的法律法规、标准、规范等尚不健全,项目立项和审批也有待进一步明确和完善,建议在后续发展中从严监管、简政放权,通过轨道交通标准化和产品认证引领产业的科学发展。

## 参考文献

- [1] 孔令洋. 城市轨道交通系统型式选择研究[D]. 北京:北京交通大学,2009.
- [2] 冈田宏. 东京城市轨道交通系统的规划、建设和管理[J]. 城市轨道交通研究,2003(3): 1.
- [3] 上海市人民政府. 上海市城市总体规划(2017-2035 年)[EB/OL]. (2018-01-05)[2019-05-20]. <http://www.shanghai.gov.cn/nw2/nw2314/nw32419/nw42806/>.
- [4] 中国城市轨道交通协会单轨分会. 中国单轨交通发展研究报告(2018)[R]. 南京:中车南京浦镇车辆有限公司,2019.
- [5] 李文沛,刘武君. 机场旅客捷运系统规划[M]. 上海:上海科学技术出版社,2015:4.
- [6] 中华人民共和国中央人民政府. 六部门联合印发《关于促进交通运输与旅游融合发展的若干意见》[EB/OL]. (2017-03-01)[2019-05-20]. [http://www.gov.cn/xinwen/2017-03/01/content\\_5172179.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2017-03/01/content_5172179.htm)
- [7] 周敏,李颖,于松伟. 轻轨交通审批与建管的法规标准研究——轻轨之法[J]. 都市快轨交通,2018,31(6): 55.

(收稿日期:2019-05-08)

## 中车浦镇庞巴迪运输系统有限公司参加“2019 中国民用机场建设年度峰会”并作主题报告

2019 年 8 月 21 日至 23 日,中国民用机场建设年度峰会组委会联合中国机场建设网共同举办的“2019 中国民用机场建设年度峰会”在杭州召开。在此次峰会上,国内各大城市机场集团展现出强劲的建设实力和运营能力。为应对巨大的市场需求和客流量,机场建设专家为发展和完善民航事业纷纷建言。据统计,在 2018 年全球吞吐量排名前 10 名中,有 9 个机场建设了独立的捷运系统,仅东京羽田机场没有建设独立的捷运系统,但是建设了一条同时服务市区和机场的跨坐式单轨,该线路共设站 11 座,其中有 4 车站设在机场内;而在排名前 50 名的机场中,有 35 个机场修建了捷运系统,占比达 70%。可以预见,机场捷运系统将会和行李系统一样,成为未来大型机场的重要子系统之一。在我国,目前已有 30 多个机场年旅客吞吐量突破了 1 000 万人次,这些机场未来都有建设捷运系统的需求和可能。中车浦镇庞巴迪运输系统有限公司(PBTS)在此次峰会上展示了自动旅客运输(APM)系统在大型机场中的应用。从最早的美国坦帕国际机场到北京、慕尼黑等城市的大型机场,通过 40 余年的工程实践和积累,APM 技术日趋成熟、完善,已成为大型机场旅客捷运系统的优选方案。作为特邀嘉宾,庞巴迪公司工程部经理王嘉鑫做了《机场捷运系统发展与应用实践》的主题演讲,展示了 APM 系统在大型机场中的成功应用。(中车浦镇庞巴迪运输系统有限公司供稿)