

巴黎区域快线 (RER) 运营组织特点分析及启示

潘伟健¹, 林华桢², 罗钦³

- (1. 深圳市地铁运营集团有限公司, 广东 深圳 518040;
2. 同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 201804;
3. 深圳技术大学 城市交通与物流学院, 广东 深圳 518118)

摘要: 介绍巴黎区域快线发展历程、运营组织模式及相关系统设施, 分析其在支线运营、长短交路运营、快慢车结合运营及过轨运营等方面的具体实施方式, 并进行典型案例说明。针对多样化的运营组织模式, 分析实现上述运营所需配备的关键设施, 包括线路基础设施、车辆与牵引供电系统、运行控制系统、乘客信息发布系统等。在此基础上, 对我国市域快轨的运营组织管理提出建议。

关键词: 巴黎区域快线; 市域快轨; 运营组织; 运输设施

中图分类号: U239.5

文献标识码: A

文章编号: 1672-061X(2019)06-0080-06

DOI: 10.19550/j.issn.1672-061x.2019.06.080

0 引言

巴黎区域快线法语名称为法兰西岛区域快线 (Réseau Express Régional d'Île-de-France, RER), 是服务于法国巴黎所属首都圈法兰西岛大区 (Région d'Île-de-France) 的市域快轨系统。RER开通40年来, 在法兰西岛大区的交通运输及城市发展中起到关键作用, 成为市域快轨的经典案例。近年来, 我国市域快轨发展迅速, 但仍存在一定问题。通过分析RER系统在运营组织上的特点与经验教训, 为我国市域快轨的发展提出建议。

1 概况

1.1 法兰西岛大区轨道交通

法兰西岛大区轨道交通主要有地铁、有轨电车

和市域快轨3种制式, 由巴黎公交公司 (RATP) 和法国国营铁路公司 (SNCF) 2家运营商运营, 法兰西岛运输联合会 (Île-de-France Mobilités, 原STIF) 协调线路规划建设、票款清分等事宜。地铁共设14条主线、2条副线, 覆盖巴黎市区。RER设A、B、C、D、E等5条线路, 主要服务于以巴黎为中心、半径约60 km的范围, 线路总长589.9 km, 共设249个车站。巴黎RER及远郊铁路线网见图1, RER线路概况见表1。除RER外, 还有8条从巴黎主要火车站始发的远郊铁路Transilien, 该远郊铁路由SNCF运营, 与RER共同组成法兰西岛大区的市域快轨网络, 主要服务于本大区及周边省份未被RER覆盖的区域。

1.2 RER线路

1936年, 巴黎地铁公司 (CMP) 公布了鲁尔曼·朗之万方案 (Plan Ruhlmann Langevin), 首次提出将巴黎以外的部分铁路在巴黎市区连接, 组成“地铁快线” (RER前身)。1956年, RATP重启该计划, 并于

第一作者: 潘伟健 (1976—), 男, 工程师。

E-mail: jian_occ@21cn.com

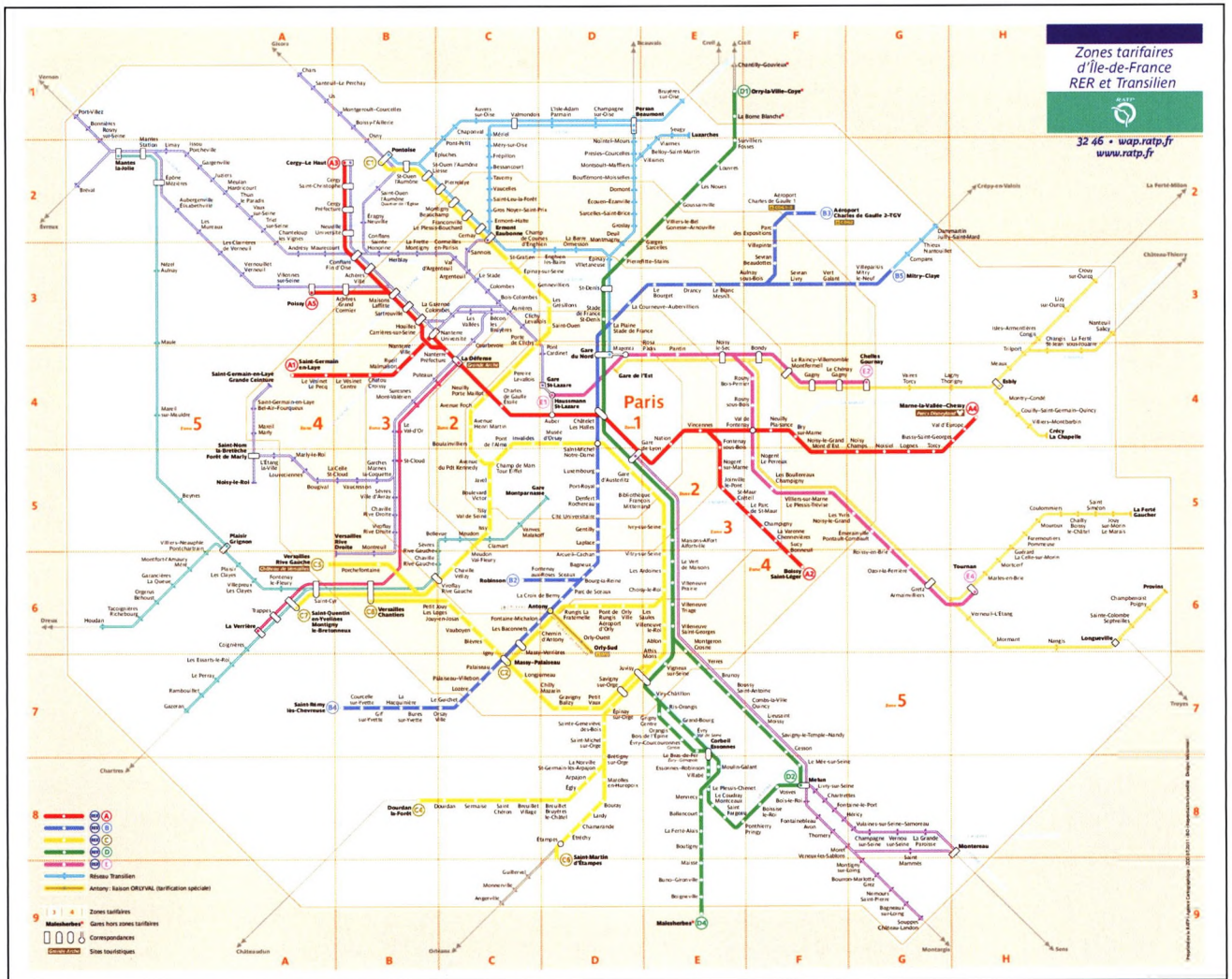


图1 巴黎RER及远郊铁路网图

表1 RER线路概况^[3]

线路	启用时间	车站数/个	长度/km	运营商	最高运行时速/km	平均站距/m
A	1969年	46 (11/35)	109	RATP、SNCF	120	2 359
B	1977年	47 (16/31)	80	RATP、SNCF	140	1 702
C	1979年	84	187	SNCF	140	2 158
D	1987年	59	197	SNCF	140	3 300
E	1999年	22	56	SNCF	140	2 615

注：(1) 括号内数字分母为RATP下辖车站数，分子为SNCF下辖车站数；(2) D线长度与站点数目不含法兰西岛大区外线路

1969年开通RER首段线路——A线；此后，B线在原国玺线（Ligne de Sceaux）基础上开工建设，并与A线一起于1977年12月9日贯通运营，标志着RER正式启用；C、D线分别于1979、1987年相继开通；20世纪80年代末，SNCF利用东部线网建设E线，仅建至奥斯曼-圣拉扎尔站（Haussmann-Saint Lazare）；1999年E线完工开

通；E线西延至芒特拉若利（Mantes-la-Jolie）的线路预计将于2024年通车^[1-3]。

2 主要运营组织模式

RER采取多样化的运营组织模式，较典型的包括：支线运营、长短交路运营、快慢车运营、过轨运营等。

2.1 支线运营

RER所有线路均含支线，以扩大线路覆盖范围，提高通达性。从支线形态看，除C线在市区岔出1条支线，其他线路支线均在郊区岔出并在干线尽头延伸。一般情况下，支线并不形成环线，而是岔出后形成独立终点，但C、D线的支线形成大小2个环，在分岔点岔出2条支线后经不同路线抵达同一站点，且C线的支线最复杂，支线数量多达7条（见图2）。C线的支线过多带来一定问题：一方面，单一支线一旦发生故障，势必影响其他支线运行；另一方面，支线过于复杂增加了乘客误乘风险。

在分岔站的线路布置上，A线的楠泰尔-省政府站（Nanterre-Pr é fecture）是1个典型案例。该站为前往圣日耳曼昂莱（Saint-Germain-en-Laye）及普瓦西（Poissy）/上赛尔吉（Cergy-le-Haut）2条支线的分岔站，为2岛1侧4线站，也是普瓦西/上赛尔吉支线的过轨运营分界站。为避免支线列车之间相互影响，且便于换乘，2条支线双方向不共用股道。同时，往巴黎方向的2条支线股道布置于同一站台，便于换乘（见图3）^[4]。

在行车组织上，RER所有支线均与干线共线运营，干线列车按一定规律交替驶入支线。

2.2 长短交路及快慢车运营

针对线路较长及线路客流时空分布不均衡的特点，RER采取长短交路运营和快慢车运营结合的方式，缩短列车周转时间、提高运营效率。

由于RER各条线路客流存在较明显的潮汐性，加之线路普遍较长，各线路大多实行大小交

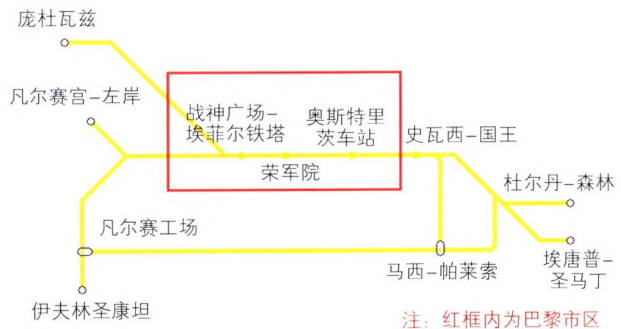


图2 RER C线线路示意图

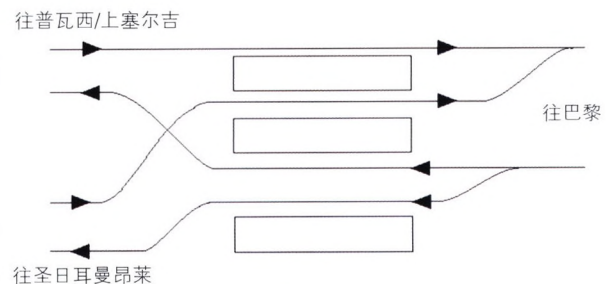


图3 楠泰尔-省政府站线路布置图

路结合运营，尤其在高峰时段根据客流开行快慢车。以B线为例，B线在不同时段采取多交路运营与快慢车结合运营的模式（见图4）。

为满足旅客长距离出行需求，缩短旅行时间，在RER线路上采取快慢车运营。所有线路的越行站点均位于郊区，且在无越行线的线路，通过调整前后列车间的停站方案避免列车间越行。平峰时期，B线每小时开行4对巴黎北站—戴高乐机场的直达快车^[5]。在B线南部线路，结合长短交路运营，采取交替越站运行，不同交路的列车交替停靠不同站点，避免过分延长被越行站的候车时间（见图5）。

除上述2种方式，RER还在运营高峰期客流较大的方

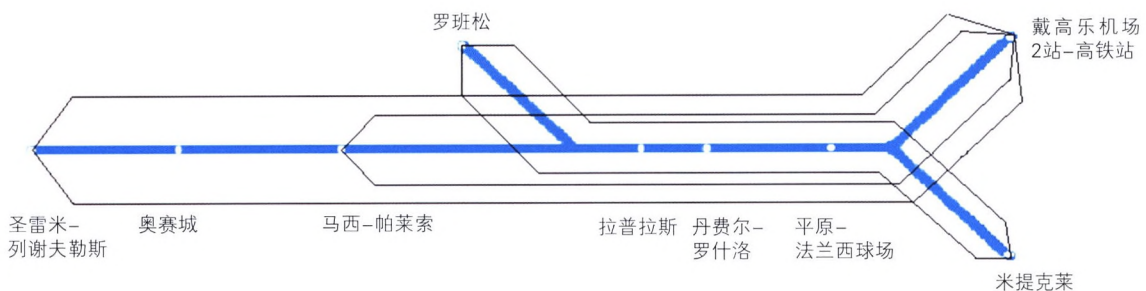


图4 B线交路示意图

无法与RER实行过轨运营。但RER采用国家铁路限界，可与法国国铁线路互联互通，其线路来源主要有：

(1) 运力富余的既有线；(2) 废弃线路改造；(3) 与既有线共用通道。同时，RER设置大量支线，扩大了服务范围（如C、D线）。

RER车站多为地下站，并形成多个换乘枢纽，各换乘枢纽均可换乘地铁，部分可换乘干线铁路或远郊铁路Transilien。多数RER车站的跨线换乘采取通道换乘或站厅换乘，与地铁换乘时，常与多个邻近地铁站联通。奥拜尔（Auber）及奥斯曼-圣拉扎尔组成的枢纽通过地下通道连通4座地铁站，有7条地铁线及2条RER线路在此换乘（见图6）。

部分RER车站设有多条配线，如折返线、存车线等，且拥有多个站台，为实施多样化的运营模式提供了保障。位于巴黎市中心的C线奥赛博物馆（Musée d'Orsay）站设有多条存车线，且为2岛4线站。

3.2 车辆与牵引供电系统

RER在车辆方面具有较强兼容性，可适应不同运营商、不同路段的各种基础设施条件，主要体现在对不同供电制式、不同站台高度及不同信号系统的兼容。RER普遍采用双电压列车，适应DC 1 500 V及AC 25 kV两种不同供电制式。此外，为适应低站台，部分列车配有固定式（如Z5600、Z8800等）或升降式台阶（如MI 84、Z50000等）。

在供电系统方面，RER内部供电制式存在一定差异，给过轨运营带来一定挑战。其原因有：(1) 在过轨运营线路上，RATP与SNCF的供电制式不一致。如在A、B线上，RATP采用DC 1 500 V，SNCF采用AC 25 kV。

(2) 由于历史原因，SNCF部分线路使用DC 1 500 V

（如SNCF东南线网），部分采用AC 25 kV（如SNCF东部线网）。不同供电制式区段拥有各自的牵引变电所，列车通过不同供电制式路段时，需要调整受电弓高度。

3.3 运行控制系统

在线路方面，RATP与SNCF对于各自线路或区段运行的列车进行实时监控与指挥，但主要功能与控制方式有所不同。

RATP运行控制较简单，其线路由各线的中央控制中心（Poste de Commandes et de contrôles Centralisé, PCC）管理监控。PCC主要负责故障处置、列车进路控制、乘客信息发布等。

SNCF运行控制较复杂，其系统由3部分组成：

(1) 远郊铁路Transilien线网控制中心（Centre Opérationnel Transilien, COT），专责某一特定区域的RER及远郊铁路Transilien列车，主要负责管理人员与车辆、调整列车运行计划及乘客信息发布；(2) 运行控制管理中心（Centre Opérationnel de la Gestion des Circulations, COGC），监控某一区域内运行的所有列车，包括干线铁路、RER及远郊铁路Transilien，同时负责处置事故与故障，并与道岔控制岗持续联络获悉线路状况，如是否有异物侵限等；(3) 道岔岗（Poste d'aiguillages），主要控制相关道岔，监视车站及线路列车运行状况，且服从于COGC。

在有轨运营的A、B线上，列车运行控制采取不同方式。A线不设统一的调度中心，RATP段由万塞讷（Vincennes）的PCC控制，SNCF段由圣拉扎尔车站（Gare Saint-Lazare）的COT/COGC监控，2家运营商的控制中心/控制岗间持续进行信息交换，同时SNCF在RATP的PCC长期派驻1名联络员负责沟通联络。B线将SNCF与RATP的控制中心合二为一，由设于丹费尔-罗什洛（Denfert-Rochereau）的B线统一调度中心（Centre unique de commandement, CUB）对全线进行监控^[3, 6-7]。

3.4 乘客信息发布系统

RER运营组织模式较复杂，因此采用多种方式向旅客发布乘车信息，且在控制中心由专人负责此系统。

(1) 车站指引。在RER车站站厅及站台均配备有列车动态信息显示板及液晶显示屏，以亮灯或滚动字



图6 奥拜尔—奥斯曼—圣拉扎尔枢纽示意图

幕形式显示后续列车的目的地、经停站点及到站时间等信息。在列车越站运行前的站点或分岔站,有广播即时告知抵达的列车的终点站及经停站点。

(2) 车内指引。部分列车配有电子显示屏,以亮灯的形式显示列车停站信息,同时所有列车在车头标注该车次列车的代码(部分车辆还标注列车终点站)对乘客进行列车信息发布。MI09、Z50000在车厢内还配有液晶显示屏提示下一站点。所有列车均已配备广播系统提示下一站点。但由于部分列车生产年代较早且未得到更新,车内并未配备足够的动态指引系统。

(3) 互联网及移动客户端。一方面,RATP、SNCF积极利用其官方网站发布各类动态信息,包括时刻表、实时交通状况等。另一方面,线路及运营商积极开发手机移动客户端,通过这些应用向旅客实时推送交通状况、后续列车信息、时刻表及路线指引。此外,运营商以线路为单位借助社交媒体实时发布信息,及时向乘客解释各类运营中出现的问题及普及知识,提高公众认知并积极与乘客互动^[8-9]。

4 结束语

通过对RER运营模式特点与相关系统设施的分析,针对我国市域快轨发展提出几点建议:

(1) 灵活多样的运营组织模式。鉴于RER运营组织方式的灵活性与多样性,尤其是长短交路及快慢车2种运营方式的灵活运用,建议在市域快轨运营时,考虑多种运营组织模式,积极开行长短交路与快慢车。同时,在规划建设时,从运营组织角度出发,适当规划建设配线与支线。

(2) 车辆兼容性强。我国既有市域快轨线路主要采用地铁A、B型车或国铁车辆,缺乏互联互通的技术条件。建议在有与国铁互联互通需求的线路上,研究并采用DC 1 500 V/AC 25 kV双供电制式列车,兼顾信号系统兼容性。

(3) 深化体制改革,打破体制壁垒。RER的实践经验证明,国铁与城轨交通的互联互通已无技术障碍。我国国铁与地方企业之间仍存在一定体制壁垒,建议深化体制改革、打破体制壁垒,让国铁企业与地方企业一同参与城轨运营。

在经历了40年的发展后,尽管存在线路老化、

准点率偏低等问题,RER仍是市域快轨发展的经典案例。与RER相比,我国市域快轨发展尚处于起步阶段,应充分借鉴RER在运营组织上的经验,并结合实际情况,保证市域快轨健康有序发展。

参考文献

- [1] 布赖恩·帕顿, 中铁二院工程集团有限责任公司. 巴黎区域快线(RER)手册[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.
- [2] GERONDEAU C. La saga du RER et le maillon manquant[M]. Paris: Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées, 2003.
- [3] PIERRE M. Rapport fait au nom de la commission d'enquête relative aux modalités, au financement et à l'impact sur l'environnement du projet de rénovation du réseau express régional d'Île-de-France[R]. Paris: Assemblée Nationale, 2012.
- [4] 邵伟中, 刘瑶, 陈光华, 等. 巴黎市域轨道交通线路及车站布置特点分析[J]. 城市轨道交通研究, 2006, 9(1): 62-64.
- [5] 王镠莹, 贾光智, 刘妍君. 国外铁路科技发展趋势及对我国铁路科技发展的建议[J]. 中国铁路, 2015(11): 9-12.
- [6] GABRIEL D, JEAN-MARC O, CORINNE G. RER & interconnexions: les vertus d'un réseau hybride[J]. Flux, 1990(2): 81-94.
- [7] GOULT R. Rapport COT & COGC Saint-Lazare[R]. Paris: Architecture des Systèmes d'Information Géographique, 2012.
- [8] 汤莲花, 徐行方. 国外典型都市圈市域铁路发展及启示[J]. 中国铁路, 2018(9): 107-113.
- [9] 李凤玲, 贾光智. 欧盟铁路科技发展规划[J]. 中国铁路, 2016(1): 104-106.

责任编辑 苑晓蒙

收稿日期 2019-05-28