

An Analysis on the Operation Mode of Parisian RER Line B

Huazhen Lin

College of Mechatronics & Control Engineering, Shenzhen University, Shenzhen Guangdong
Email: franklinwtmost@163.com

Received: Jun. 27th, 2018; accepted: Jul. 9th, 2018; published: Jul. 16th, 2018

Abstract

This paper mainly analyses modes of operation on Line B of Réseau Express Régional d'Île-de-France (Parisian RER), including its routing mode, its local and express train services, transfer and interconnection between operators and lines. Meanwhile, how these measurements perform as well as their outcome is analysed. In addition, this paper also introduces relevant infrastructures on RER Line B which help the performance of methods listed above, like lines, rolling stocks, electrification and control systems. In view of problems that occur in the process of development and the experience of RER Line B, some suggestions on the development and operation of urban rail transit (especially the urban rail rapid transit) in China are concluded.

Keywords

Réseau Express Régional d'Île-de-France (RER), Operation, Urban Rail Rapid Transit

巴黎RER B线运营模式分析

林华桢

深圳大学机电与控制工程学院, 广东 深圳
Email: franklinwtmost@163.com

收稿日期: 2018年6月27日; 录用日期: 2018年7月9日; 发布日期: 2018年7月16日

摘要

主要分析了法兰西岛区域快线(俗称巴黎RER) B线的运营组织模式, 包括支线运营、长短交路运营、快慢车结合运营、跨线换乘、过轨运营以及共线运营, 详细分析上述运营方式的具体实施方法、特征以及实施效果。介绍实现相应运营模式的基础设施系统, 包括线路、车辆与供电、旅客信息告知系统以及运

行控制系统。基于上述内容,从基础设施、运营模式以及组织体制三个角度,鉴于我国目前在轨道交通发展中出现的问题,对我国现行轨道交通尤其是市域快轨的建设、发展与运营模式提出建议。

关键词

法兰西岛区域快线(巴黎RER),运营组织,市域快轨

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,我国轨道交通事业得到快速发展,运营里程大幅增长。但是,现今所采用的运营模式与旅客的出行需求不相匹配,降低了出行的效率,同时也给运营组织工作带来了一定的挑战。本文以法国法兰西岛大区(Région d'Île-de-France)(即巴黎所属大区)的市域快轨 RER B 线为例,分析其多样化的运营模式,藉此为我国轨道交通运营组织尤其是市域快轨的运营组织模式提供参考与建议。

2. RER B 线概况

法兰西岛区域快线(Réseau Express Régional d'Île-de-France, RER),俗称巴黎 RER,是服务于法国首都巴黎所在首都圈的市域快轨系统,有 A、B、C、D、E 共 5 条线路。其中, B 线是南北交通大动脉,全长 80 km,设站 47 座,于 1977 年通车,客流量仅次于 A 线。B 线由巴黎公交公司(RATP)与法国国营铁路公司(SNCF)共同运营,是 RER 首条实现过轨运营和共线运营的线路。RATP 运营巴黎北站(Gare du Nord (RATP), Gare de Paris-Nord (SNCF))以南区段, SNCF 运营巴黎北站以北区段。B 线南北两端各有 2 条支线,其中北部 2 条支线分别前往戴高乐机场(Aéroport Charles de Gaulle)和米提克莱(Mitry-Claye),南部 2 条支线分别前往圣雷米-列谢夫勒斯(Saint-Rémy-lès-Chevreuse)和罗班松(Robinson) [1] [2],如图 1。

3. 运营模式分析

RER B 线综合运用了如下几种运营方式:支线运营、多交路运营、快慢车结合运营、过轨运营以及跨线换乘。

3.1. 支线运营

RER B 线的支线均在郊区分岔,但并不形成环线,而是以支线在干线两端延伸的方式在南北各形成支线。在日常运营中,列车交替从干线驶入支线。

南北两端的支线分岔及站点线路配置采取了不同的方式。南部的支线在分岔站皇后镇(Bourg-la-Reine)汇入同一线路,且配有一岛两侧 4 线,线路在进站前已分岔,如图 2。在北部支线的分岔站欧奈丛林(Aulnay-sous-Bois), B 线使用 1 个岛式站台以及另一座岛式站台的一侧(另一侧供远郊铁路 K 线使用),即有一岛一侧站台以及 3 条股道供 B 线使用,线路在该站后分岔,如图 3。

南北两端支线的行车组织方式存在一定差异,主要体现在控制支线列车到达分岔站的时间以及控制干线上行车间隔的方式。在早高峰期间,从支线经欧奈丛林南下汇入主干线的列车以 3 分钟的间隔交替抵达。通过控制戴高乐机场支线南下列车的停站时间与区间运行时间,保证了高峰期欧奈丛林~大学城(Cité

Table 1. Schedule of RER Line B (Northbound Trains) [3]
表 1. RER B 线北行列车时刻表[3]

班次	EBON	IDIL	EMAL	QADO	EBON
Bourg-la-Reine	7:49	7:53	7:55	7:56	8:01
Bagneux		7:55		7:59	
Arcueil-Cachan			7:58	8:01	
Laplace	7:54	7:58		8:03	8:06
Gentilly	7:56		8:02	8:05	8:08
Cité Universitaire	7:57	8:00	8:03	8:06	8:09
Denfert-Rochereau	8:00	8:03	8:06	8:09	8:12

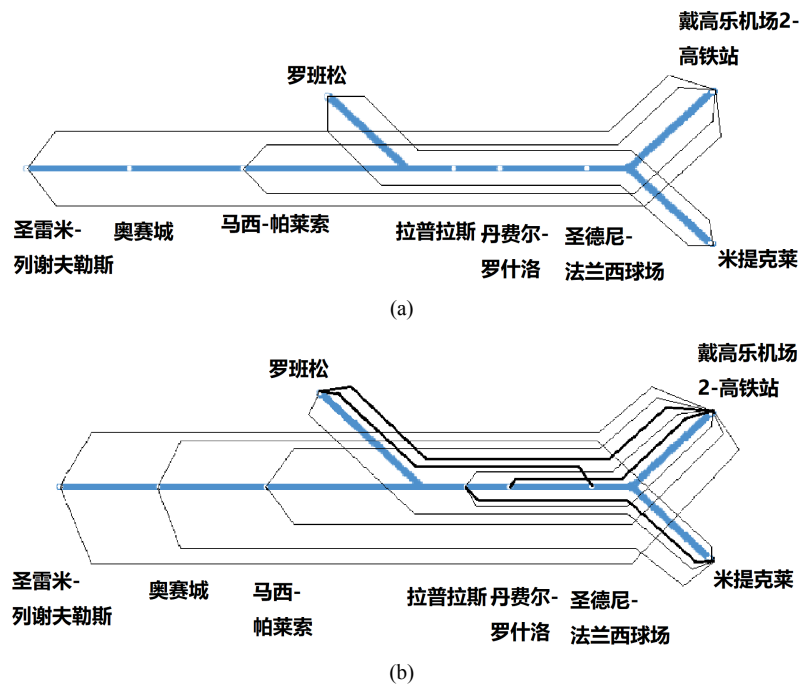


Figure 4. (a) Routes of RER Line B during off-peak hours; (b) Routes of RER Line B during morning peak hours (Highlighted lines are special one-way mission in morning peak hours)

图 4. (a) 非高峰时段 B 线列车交路示意图; (b) 早高峰时段 B 线列车开行方案示意图(加粗线为早高峰加开的单向班次)

B 线所采用的交路形式在不同时段存在差异。在早高峰期间，会加开往返奥赛城(Orsay-Ville)及拉普拉斯(Laplace)的小交路列车(如图 4(a))。RER B 线上还在高峰期开行单方向高峰加班车配合列车周转需要。这些高峰加班车在抵达中间站清客后并不折返，而是空车前往邻近的车辆基地停放，或根据需要空车驶往起点站折返投入运营，如图 4(b)。通过开行长短交路列车、高峰加班车，以及采取支线运营的方式，在早高峰期间大学城~平原-法兰西体育场(La Plaine-Stade de France)区间发车间隔为 3 分钟，每小时该区间通过 20 对 B 线列车[3]。

3.3. 快慢列车结合运行

为满足长距离出行旅客需求，RER B 线实行快慢车结合运营，其主要特点如下：1) 基于客流选择不

经停站点。2) 在不同时段开行的不同交路列车采用不同停站方案。3) 前后列车间一般不发生越行。

越行站点的选择主要基于站点的客流状况。2016年B线南段各站日均客流见图5。由图5可见,由于客流量大,列车经停巴黎的所有站点。而在大学城以南,客流量逐步下降,遂根据不同时段以及列车交路采取不同的停站方案,但无论快慢车均经停马西-帕莱索等大客流站,其停靠列车更为频密。

针对不同的运行交路,B线实施了不同的停站方案。长交路列车越站较多,而相对较短的交路列车越站较少。同时,由于越行线不足,加之考虑到支路运营所带来的问题,列车交错停站,具体停站方式如图6。在不同时段,B线列车采取了不同的停站方案,相较于平峰时间,高峰期间在客流较大区间(如戴高乐机场~巴黎北站之间)不开行快车,或是通过短交路列车停站缩短小客流站点候车时间[3]。

B线南段和北段采取了相似的越站运行方式。B线绝大多数车站或区间并未设置越行线,因此B线全线无法发生前后列车间越行。在开行快慢车时,通过调整停站方案交替停车、交替开行往返支线的列车等方式,避免了快慢列车之间发生越行。

从实施效果上看,在早高峰期间,B线大学城以南区段如马西-帕莱索等枢纽站为必停车站,其余车站停靠1~3种列车,发车间隔对应为12~4分钟。在平峰期间,B线南部支线上除大客流站外,绝大多数站点只有1种列车停靠,发车间隔延长至15分钟。在皇后镇与大学城之间的所有站点只有2种列车停靠,平均发车间隔约7.5分钟。在B线北段,由于开行戴高乐机场2-TGV站~巴黎北站之间的直达列车,因此在巴黎北站~欧奈丛林之间的平均发车间隔为7.5分钟[3]。

3.4. 过轨运营与共线运营

RER B线在RATP、SNCF两家运营商之间实施过轨运营。两家运营商之间在基础设施上的障碍较小,关键在于运营细节的协调。

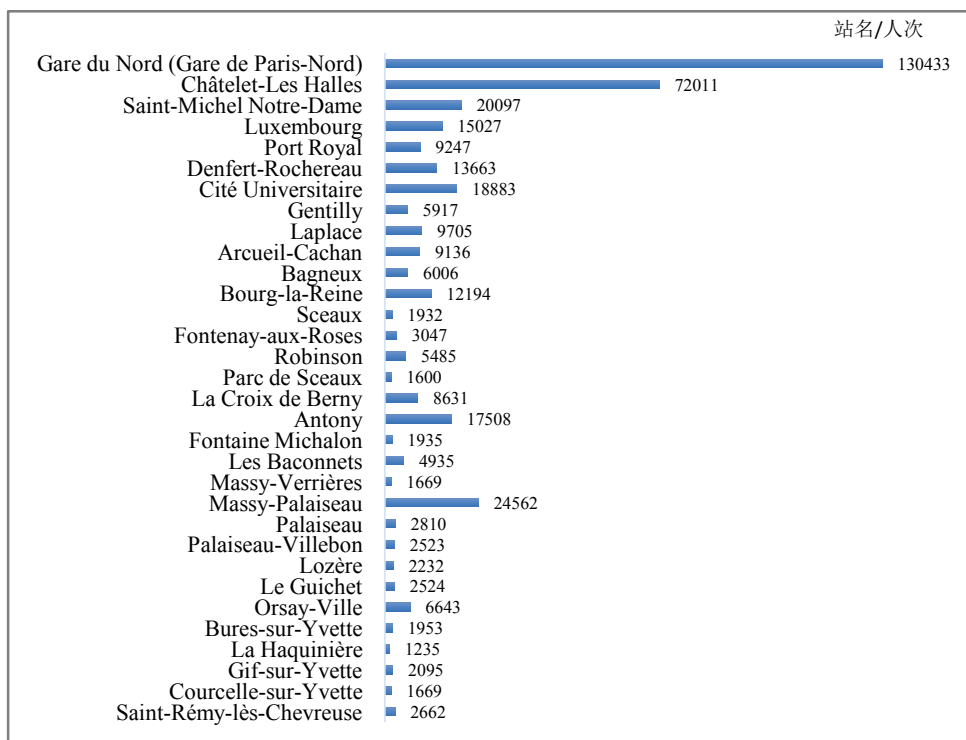


Figure 5. Daily entering passenger flow of the south section of RER Line B in 2016 [4]

图5. 2016年RER B线南段各站日均进站客流统计图[4]

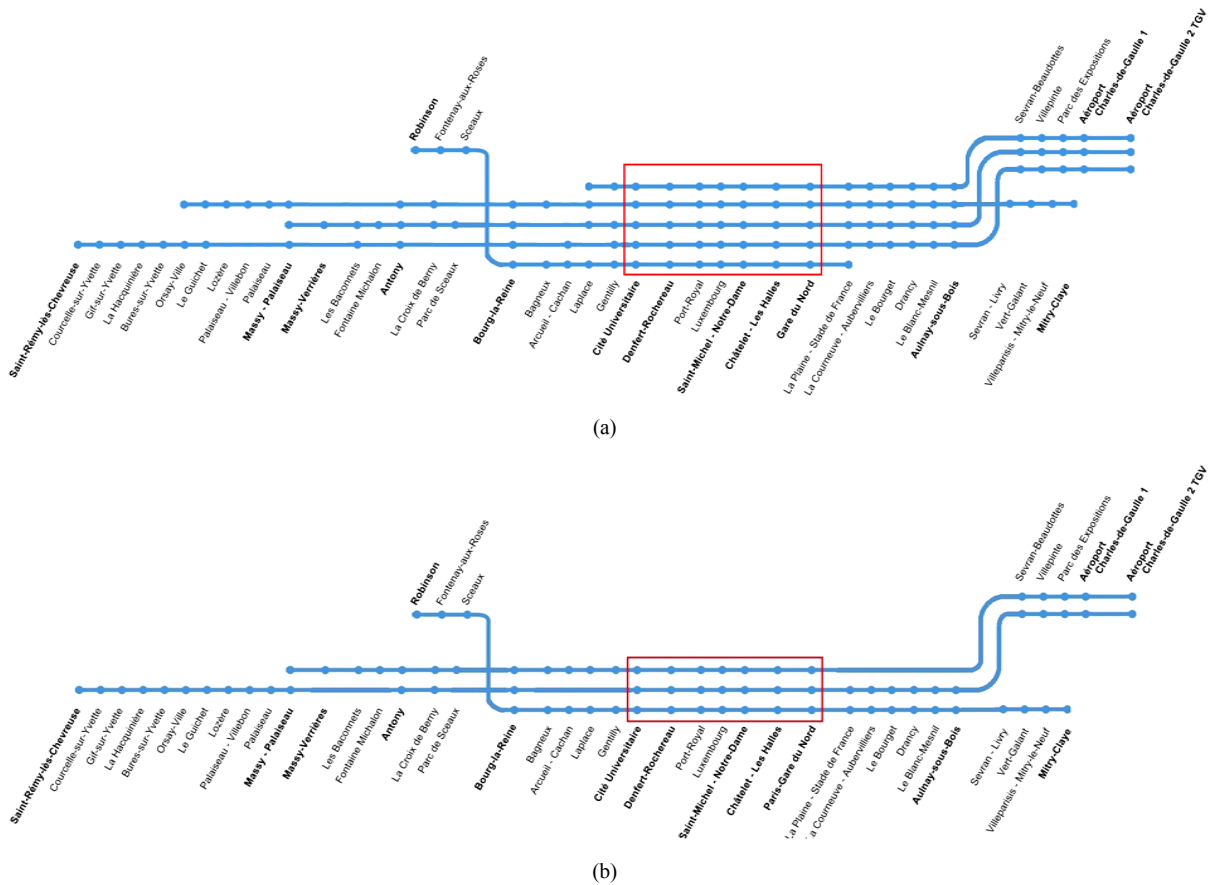


Figure 6. (a) Plan for the northbound trains of RER Line B during morning peak hours; (b) Plan for RER Line B during off-peak hours

图 6. (a) 高峰期 B 线北行列列车快慢车开行方案示意图; (b) 非高峰期 B 线列车快慢车开行方案示意图

由于 RATP、SNCF 在司机操作方式、信号上存在一定差异，B 线的客车司机需要熟悉双方车辆等设施。为此，目前在 B 线执乘的客车司机需要接受 RATP、SNCF 双方的培训。列车在正常运行期间，毋须在巴黎北站更换客车司机，乘客在正常情况下也无需在过轨车站换乘。B 线列车部分归属 SNCF，部分归属 RATP。在票制上，整个大区采用分区票制，即不论是乘搭 RATP 或 SNCF 的线路(区段)，票价均按照其起讫站所在收费区收取费用，同时也支持按星期或月份分区收费的 RFID 交通卡 Navigo，再由法兰西岛运输联合会协调票款清分事宜[5]。

B 线除实行过轨运营外，还与 D 线在夏特莱 - 雷阿勒(Châtelet-Les Halles)~巴黎北站区间实施共线运营。这一区间由 RATP 运营，而 D 线其余路段以及 B 线北段由 SNCF 运营。如图 7 所示，B、D 线列车交替驶入向北驶出夏特莱 - 雷阿勒或向南驶出巴黎北站后，B、D 线股道汇合进入共线区间。但这一方式给区间的行车组织带来很大压力，在高峰期更为突出。在早高峰，一小时内有 20 对 B 线列车、12 对 D 线列车通过该区间，最小发车间隔仅为 1 分钟[3] [6]。而 D 线列车在通过这一区间时比 B 线列车耗时更长，影响了两线的运行效率。此外，由于 B 线列车通过数量较多，制约了 D 线的行车效率。

3.5. 跨线换乘

RER B 线在巴黎形成了四个换乘枢纽，自北向南分别是：巴黎北站、夏特莱 - 雷阿勒、圣米歇尔 - 圣母院(Saint-Michel Notre-Dame)以及丹费尔 - 罗什洛(Denfert-Rochereau)。上述枢纽概况参见表 2。

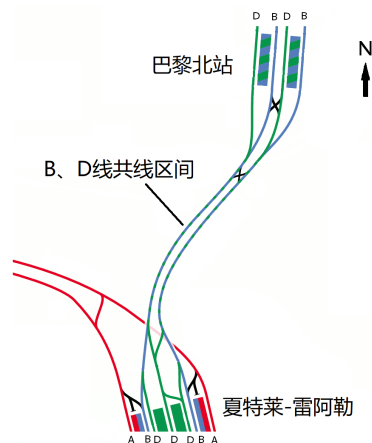


Figure 7. Interconnection between RER Line B & D

图 7. RER B、D 线共线运营示意图

Table 2. Main Hubs in Paris on RER Line B

表 2. RER B 线巴黎市区主要换乘枢纽概况表

车站名称	换乘RER线路	换乘地铁线路	RER换乘方式	
夏特莱 - 雷阿勒 Châtelet-Les Halles	A、D	1、4、7、11、14	同站台换乘 站厅换乘	A、B A、D、B、D
巴黎北站 - 玛让达 Gare du Nord-Magenta	D、E	2、4、5	同站台换乘 站厅换乘	B、D B、E、D、E
圣米歇尔 - 巴黎圣母院 Saint-Michel Notre-Dame	C	4、10	通道换乘	
丹费尔 - 罗什洛 Denfert-Rochereau	无	4、6	无	

注：巴黎北站与玛让达站在巴黎北站的地下站厅相互连通，且为一票换乘，因此列为同一座换乘站。

在表 2 所示的 B 线与 RER 线路的换乘站中，只有夏特莱 - 雷阿勒及巴黎北站采用了同站台换乘方式实现换乘，其他站点与 RER 或地铁线路换乘采取通道换乘或站厅换乘等其他方式。在巴黎北站，B、D 线各自的北行和南行线路分别共用一个站台。两座站台在巴黎北站的地下三层平行布置，如图 8。

3.6. 列车班次编码

为区分列车班次、运行方向及经停站点，SNCF 开发了一套由四个字母组成独特的列车编码规则。这一方式在 B 线上也得到应用，发挥了独特的作用。具体而言，四个字母一般可以组成能够拼读的单词，便于记忆，但字母及所在位置所代表的含义各条线路之间有所不同。B 线班次编码的第一位表示列车终点站，第二位与第一位字母共同表示列车的起讫点，同时区分同一组起讫点之间列车的不同停站方案，第三及第四位字母仅起辅助拼读及区分作用。

4. 相关关键系统

4.1. 线路与站台

RER B 线的运营组织模式要求线路拥有足量的存车线等配线，在部分中间站也设有多个站台便于清客或折返，为多样化的运营组织模式提供有力保障，也便于运营方式的调整。

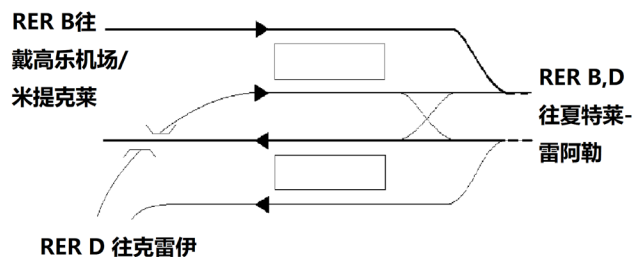


Figure 8. Underground platforms of RER Gare du Nord (Gare de Paris-Nord) Station

图 8. RER 巴黎北站地下站台示意图

4.2. 车辆及供电系统

在 B 线上, 实现过轨运营的一大问题在于 RATP、SNCF 运营区段的供电制式存在差异: RATP、SNCF 区段分别采用 1500 V 直流电与 25 kV 单相交流电。为使列车实现过轨运营, B 线全部采用双电压列车 MI 79、MI 84 (SNCF 称 Z 8100、Z 8400), 可在 25 kV 单相交流电以及 1500 V 直流电供电区段内运行。列车在通过巴黎北站时, 需要调整受电弓高度进行两种供电制式之间的切换。

由于在 SNCF 区段的部分车站仍为低站台, 因此 B 线列车车门处设有升降车门踏板。列车在高站台车站停靠时, 踏板保持在高位; 在低站台停靠时, 踏板降至低位形成阶梯供乘客上下车。

4.3. 车站及车载旅客信息告知系统

为便于乘客区分列车目的地和班次, B 线配备以下两种方式引导旅客。1) 车站指引。在 B 线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, 以亮灯或滚动字幕形式显示后续列车的目的地、经停站点、编组长度以及到站时间。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。在已翻新的 MI 79 及 MI 84 型列车上, 配有电子显示屏提示以亮灯的形式显示列车停站信息, 同时在车头标注该班次列车的代码对乘客进行列车信息发布。

4.4. 列车控制系统

在 RER B 线通车之初, 有 2 个控制中心。其中 SNCF 区段运行的车辆受到位于巴黎北站的 1 号控制岗的控制, RATP 区段运行的列车受到丹费尔 - 罗什洛的 B 线控制中心的监控。为提高控制统一性与协调性, B 线目前已将两家控制中心统一, 以 RATP 丹费尔 - 罗什洛控制中心为基础, 设立 B 线统一控制中心(Centre unique de commandement)进行统一监控[5] [7]。

5. 对我国轨道交通运营组织的启示

基于 RER B 线在运营组织上的先进经验, 提出以下几点建议。

1) 在规划建设环节考虑采用多种运营组织模式的相关基础设施。在设施的建设和配备上, 建议从运营组织的角度出发, 结合考虑远期多样化的运营需求, 适当进行一定的超前建设或预留建设条件。

2) 采用更加灵活的运营组织方式。鉴于 RER 在运营组织方面的灵活性与多样性(尤其是长短交路及快慢车的灵活运用), 建议在实际运营中, 通过对客流特征的有效把握, 在现有基础设施及客流条件下, 利用既有的线路设施视乎情况灵活调整运营组织方式, 适当增加交路形式以及改变停站方案, 提供更快更快捷高效的列车服务。但是, 从 RER B、D 线共线运营的经验来看, 建议慎重采用共线运营, 以免造成不同线路间相互影响, 降低效率。

3) 深化体制改革, 打破体制壁垒。RER B 线由两家分属地方和国家的运营商 RATP 与 SNCF 共同运

营，给我国目前铁路总公司与地方轨道交通运营商间在城市轨道交通方面如何打破体制壁垒进行合作提供了一个范例。RER B 线的实践经验证明，在技术层面上，实现国铁与城市轨道交通间的互联互通已经基本不存在障碍。建议深化体制改革，打破体制机制壁垒，让国铁企业可以参与到城市轨道交通的运营上来。

6. 结语

RER B 线已开通超过 40 年，其对运营组织方式的综合灵活运用有其独到之处，具有一定的参考借鉴意义。但是，RER B 线也长期面临准点率低的困境。一旦发生故障，将产生较大影响。如何平衡采取多种运营组织模式与降低故障的影响，仍是 B 线亟待解决的问题。

参考文献

- [1] Morange, P. (2012) 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. Assemblée Nationale, Paris.
- [2] Gerondeau, C. (2003) La saga du RER et le maillon manquant. Presses de l'école nationale des Ponts et chaussés, Paris.
- [3] RATP (2018) Fiche horaire. <https://www.ratp.fr/horaires>
- [4] RATP (2017) Trafic annuel entrant par station du réseau ferré 2016. <https://data.ratp.fr/>
- [5] Dupuy, G., Offner, J.M. and Gely, C. (1990) RER & interconnexions: Les vertus d'un réseau hybride. *Flux*, 2, 81-94.
- [6] SNCF (2018) Les fiches horaires. <https://www.transilien.com/fr/les-fiches-horaires>
- [7] Le blog du RER B. (2013) Direction de ligne unifiée: c'est qui, c'est quoi? <https://www.rerb-leblog.fr/direction-de-ligne-unifiee-cest-qui-cest-quoi/>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3431, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojtt@hanspub.org