

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2013.06.024

城市地铁车辆选型思考

龙百画

(深圳市地铁集团有限公司 广东深圳 518026)

摘 要 以深圳市轨道交通为例,通过对深圳地铁客流的分析,以及对 A、B 型车建设成本与运营成本的比较,探讨城市轨道交通车辆选型的问题。最后得出结论:1) 车辆选型应全线综合考虑,尽量选用建设及运营成本较经济的车型。针对局部区间运能不足的情况,应增强城市轨道交通线网布局,增强各运营线路的换乘节点数量,完善局部区域的城市综合交通体系,给市民的出行提供多种选择。2) 车辆选型从节能方面应综合考虑整个运营期间的乘客满载率。3) 因 B 型车车体的长度、宽度及线路曲线半径小于 A 型车,故从地铁站、区间、车辆段的土建结构造价及工程拆迁成本,以及运营噪声和振动等方面考虑,如 B 型车能满足远期客流要求,选用 B 型车较 A 型车更能体现地铁的绿色环保价值。

关键词 城市轨道交通;车辆选型;建设成本;运营成本;乘客满载率

中图分类号 U271 文献标志码 A
文章编号 1672-6073(2013)06-0100-03

随着中国社会经济及城市化进程的发展,我国城市轨道交通进入快速发展时期。同时,国内部分城市区域发展不平衡更加突出,从而产生交通建设的短板效应。如何依照可持续发展理论,积极稳妥地推进城市交通建设,是目前中国大多数城市必须面对的一个重大课题。

1 深圳市轨道交通概况

深圳地铁一期工程始建于 1999 年,即深圳地铁罗宝线东段(1 号线)和龙华线南段(4 号线),于 2004 年 12 月 28 日开通运营。深圳地铁二期工程建设线路为罗宝线续建段(1 号线)、蛇口线(2 号

线)、龙岗线(3 号线)、龙华线续建段(4 号线)及环中线(5 号线),于 2011 年 6 月全部开通。目前,深圳地铁三期正在建设的线路为光明线(6 号线)、西丽线(7 号线)、盐田线(8 号线)、内环线(9 号线)、机场线(11 号线)。深圳市轨道交通建设情况详见表 1。

表 1 深圳市轨道交通建设情况

建设阶段	线路	起终点	线路长度/km	开通运营时间/年-月-日
一期工程	罗宝线东段	罗湖火车站—世界之窗	17.1	2004-12-28
	龙华线南段	福田口岸—少年宫	4.5	2004-12-28
小计			21.6	
二期工程	罗宝线续建段	世界之窗—深圳机场	23.4	2011-06-15
	蛇口线	赤湾—新秀	35.8	2011-06-28
	龙岗线	益田—双龙	41.6	2011-06-28
	龙华线续建段	少年宫—清湖	15.8	2011-06-16
	环中线	前海湾—黄贝岭	40.1	2011-06-22
小计			156.7	
三期工程	光明线	深圳北—松岗	37.2	预计 2016-12
	西丽线	太安—西丽湖	30.3	预计 2016-12
	盐田线	国贸—小梅沙	26.4	预计 2018-06
	内环线	文锦—红树湾	25.4	预计 2016-12
	机场线	福田—碧头	51.7	预计 2016-06
小计			171	
总计			349.3	

2 深圳市轨道交通车辆基本情况

深圳市轨道交通车辆选型基本为 A 型车和 B 型车,其基本参数见表 2。

表 2 A、B 型车基本参数

参数	A 型车	B 型车
车辆基本长度/m	22	19
车辆最大宽度/m	3	2.8
V≤80 km/h 时	350	300
最小曲线半径	困难情况下 300	困难情况下 250
车轴重/t	16	14
定员/(人/辆)	310	250
参考深圳二期工程	800	600
车辆报价/(万元/辆)		

收稿日期: 2013-01-23 修回日期: 2013-10-09
作者简介: 龙百画,男,硕士,工程师,从事地铁安保区方案审查及工程管理工作, longbaihua@shenzhenmc.com
基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAK2400)

3 A、B 型车建设及运营成本比较

3.1 A、B 型车建设成本比较

每列车按 6 辆编组、造价按深圳地铁二期地下车站建设成本考虑。A6 和 B6 在深圳轨道二期的基本建设成本比较见表 3。

表 3 A6 和 B6 在深圳轨道二期的基本建设成本比较

比较参数	A6	B6	A6 比 B6 造价增加/万元
站台长度/m	140	120	1 000
屏蔽门或安全门/个	60	48	120
车辆报价/(万元/列)	4 800	3600	1 200
车辆段规模	A6 比 B6 增加约 10 600 m ²		3 725
车辆段接触网	A6 比 B6 长约 20 m		700

3.2 A、B 型车运营成本比较

目前,国内对 A 型车节能还是 B 型车节能争议较大,在分析运营成本时将以车辆满载和空载两种极端情况考虑。

地铁满载情况下的人均牵引负重 q 按下式计算:

$$q = (nG + xg) / x \tag{1}$$

式中: q 为人均牵引负重,kg/人; n 为每节车轴数; G 为车轴重,t; g 为人群荷载,kg; x 为车辆定员,人/辆。

车辆人群荷载 g 按 60 kg/人计算,其他参数见表 2,将参数带入式(1),计算得出 A、B 型车满载时的人均牵引负重分别为

$$q_A = (4 \times 16 \times 10^3 + 310 \times 60) / 310 = 266.5 \text{ kg/人}$$

$$q_B = (4 \times 14 \times 10^3 + 250 \times 60) / 250 = 284.0 \text{ kg/人}$$

从以上计算可以看出,在车辆满载情况下,每运送一位乘客 B 型车要比 A 型车多承担 17.5 kg 的荷重,从这一方面考虑 A 型车要比 B 型车节能;但当 A 型车满载率等于 80.6%,即 B 型车能满足运能要求时,A 型车人均牵引负重为 316.0 kg/人,B 型车人均牵引负重为 284.0 kg/人,故当 A 型车满载率小于 80.6%时,A 型车将不再比 B 型车节能。地铁 A 型车和 B 型车人均牵引负重和乘客人数的关系见图 1。

从图 1 可看出,当乘客人数超出 B 型车运能且 A 型车满载率达到 92.1%时,A、B 型车人均牵引负重相同;当客流人数相同且 B 型车能满足运能的情况下,B 型车比 A 型车节能。

4 深圳地铁客流分析

以深圳地铁龙岗线(见图 2)为例,某工作日 18:45—19:45 时间段客流和某休息日 18:15—19:15 时间段客流按区间的分布如图 3、4 所示。

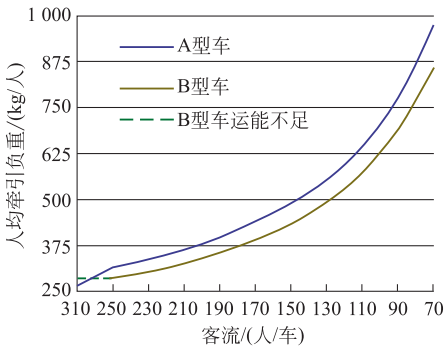


图 1 人均牵引负重和乘客人数的关系



图 2 深圳地铁龙岗线站点

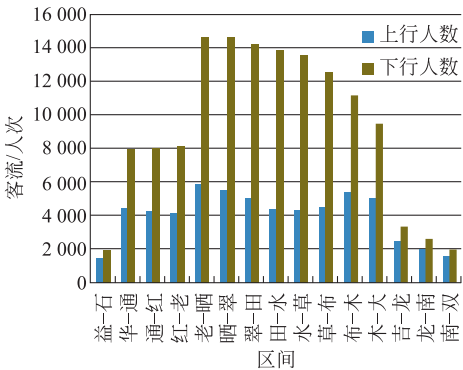


图 3 工作日上、下行高峰期客流区间分布

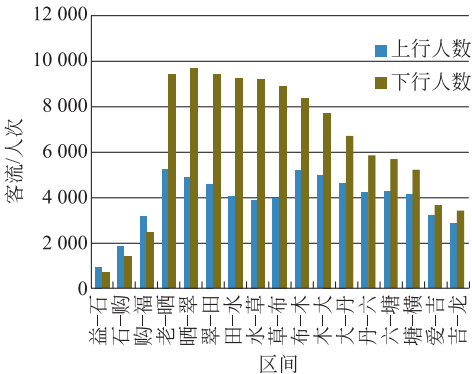


图 4 休息日上、下行高峰期客流区间分布

在图 3、4 中,下行为从市中心区往龙岗区方向,上行为从龙岗区去市中心区方向。

从图 3 可以看出,龙岗线工作日客流高峰期下行人数最高为上行人数的 3.17 倍,客流主要集中在大芬站至老街站之间,在老街站客流突然增大,过了大芬站后客流突然减小,从中可以得出,工作日高峰期客流主要为居住在龙岗布吉片区且在市中心区上班的工薪阶层。

从图4可以看出,龙岗线休息日客流高峰期下行人数最高为上行人数的2.33倍,客流在老街站突然增大,往龙岗方向逐渐减小,即休息日高峰期客流主要为从市中心区返回龙岗区的居民。

出现这种现象的主要原因为:随着中国城市化进程的发展,城市区域发展不平衡更加突出,这是中国城市化发展进程中面临的一个关键问题,城中村逐渐被高档写字楼及商住楼取代,一般的工薪阶层逐渐向较为低廉的居住区域转移,地铁客流在部分地铁区间过度集中。

5 结论

5.1 地铁车辆运能方面选型的思考

车辆选型根据地铁周边远期客流预测确定,当远期客流B型车无法满足运能时,选用A型车;当远期客流B型车仅在个别区间无法满足运能时,如选用A车型,势必造成建设成本及运营成本的增加。如深圳地铁龙岗线,高峰期出现拥堵区间约占全线站点的1/3,其他2/3线路即使在高峰期也不会出现拥挤现象。此类问题的解决思路:车辆选型应全线综合考虑,尽量选用建设及运营成本较经济的车型;针对局部区间运能不足,应增强城市轨道交通线网布局,增强各运营线路的换乘节点数量,完善局部区域的城市综合交通体系,给市民的出行提供多种选择。

5.2 地铁车辆节能方面选型的思考

城市地铁每天运营时间约为16.5h,上下班高峰期共约3~4h,在地铁运营时间段内近80%的时间为非高峰期。因此,车辆选型从节能方面应综合考虑整个运营期间的乘客满载率。

以A型车和B型车为例。当客流大于A型车定员人数的80.6%时,A型车相对B型车节能;否则,B型车相对A型车节能。当远期预测客流B型车能满足运能时,应选用B型车;否则,选A型车。

5.3 地铁建设绿色环保方面的思考

因B型车车体的长度、宽度及线路曲线半径小于A型车,故B型车地铁站、区间、车辆段的土建结构造价及工程拆迁成本低于A型车;因A型车轴重较大,经环评方面的研究,A6比B6在噪声和振动方面增加1.2dB。且A6引起轮轨磨耗约是B6的1.05倍,钢轨使用时间减少约8个月(钢轨寿命期按10年计算)。如B型车能满足远期客流要求,则选用B型车较A型车更能体现地铁的绿色环保价值。

参考文献

[1] 中华人民共和国建设部.城市快速轨道交通工程项目建设标准:试行本[S].北京,1999:3-10.

[2] 刘卡丁.深圳地铁3号线主要新技术总结[R].深圳,2012:22-37.

[3] 张驰.地铁车辆选型的研究[J].科技信息,2010,12(1):727-728.

[4] GB 50157—2003 地铁设计规范[S].北京:中国计划出版社,2003:15-16.

[5] 深圳市发展和改革委员会,深圳市城市轨道交通近期建设规划(2011—2020)简要报告[R].深圳,2009:5-20.

[6] 刘卡丁.城市轨道交通系统安全保障体系研究与应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2011:2-26.

[7] 孙章,何宗华,徐金祥.城市轨道交通概论[M].北京:中国铁道出版社,2000:1-6.

[8] 陈宗器.我国轨道交通建设历程[J].电器工业,2009(7):26-29.

[9] 季令,张国宝.城市轨道交通运营管理[M].北京:中国铁道出版社,1999:12-20.

[10] 崔艳萍,唐祯敏,武旭,等.地铁行车安全保障系统的研究[J].城市轨道交通研究.2004,7(5):23-26.

(编辑:曹雪明)

Considerations about Subway Vehicle Type Selection

Long Baihua

(Shenzhen Metro Group Co., Ltd., Shenzhen 518026)

Abstract: Vehicle type selection for Shenzhen urban rail transit was carried out through the comparison of construction costs and operation costs between vehicles type A and B. Conclusions were reached: 1, comprehensive considerations should be made to select vehicles with lower construction and operation costs; 2, from the perspective of energy - saving, the full - load percentages of passengers of vehicles during operation period should be taken into account; 3, since vehicle type B's car body length and width as well as the minimum curve radius required are less than those of type A, from the aspect of civil engineering costs of station, line and depot as well as the operation noise and vibration, vehicle type B is preferred if it can embrace the long term passenger flow, while vehicle type B can meet the requirements of green environment better than vehicle type A.

Key words: urban rail transit; vehicle selection; construction costs; operating costs; full load percentage of passengers