

深圳—惠州城际铁路速度目标值方案研究

王晓栋

(1. 轨道交通工程信息化国家重点实验室(中铁一院), 710043, 西安;

2. 陕西省铁道及地下交通工程重点实验室(中铁一院), 710043, 西安 // 高级工程师)

摘要 城际铁路速度目标值是确定项目工程规模、车辆选型、设备配置以及工程投资的基础。在分析深圳—惠州城际铁路客流特征的基础上, 结合相关上位规划、市场运输现状等确定了该线应采用的时间目标值; 进而从定量比较和定性分析两方面对 160 km/h、200 km/h、250 km/h 三个速度目标值方案进行综合比选; 并引入投资节时比指标对三个速度目标值方案进行分析; 最终推荐投资较为经济合理、达速比及运营效果较优、运行能耗和运营成本适中、路网协调匹配性良好、市场竞争力较好的 200 km/h 速度目标值方案。

关键词 深圳—惠州城际铁路; 速度目标值; 客流特征; 运营效果

中图分类号 U212.31⁺2

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2021.09.003

Study on Target Speed Scheme of Shenzhen—Huizhou Intercity Railway

WANG Xiaodong

Abstract Intercity railway target speed determines project scale, vehicle type selection, equipment configuration, and the basis of project investment. On the basis of analyzing passenger flow characteristics of Shenzhen—Huizhou Intercity Railway, considering related upper planning, market status, the target time of this project is determined, and then three target speed schemes of 160 km/h, 200 km/h and 250 km/h are comprehensively compared and analyzed from quantitative and qualitative perspectives. Time-saving ratio of investment index is introduced to analyze the three speed target schemes. Finally, the 200 km/h speed target scheme with reasonable investment, better reaching speed and operation effect, moderate energy consumption and operation cost, good coordination and matching of road network, and stronger market competitiveness is recommended.

Key words Shenzhen—Huizhou intercity railway; target speed; passenger flow characteristics; operation effect

Author's address State Key Laboratory of Rail Transit Engineering Informatization (FSDI), 710043, Xi'an, China

速度目标值是城际铁路项目最重要的技术指标之一^[1], 其选择既要着眼于长远发展, 又要经济合理; 既要考虑充分发挥城际铁路的骨干作用, 又要使其能与其它交通方式充分合作, 形成相互匹配的综合交通运输体系。文献[2]结合工程设置、运营效果以及车辆购置等因素对合肥地铁6号线的速度目标值进行了研究。文献[3]从线站条件、运行时分、环境影响等方面综合分析确定了草堂线的速度目标值。文献[4]通过对比 250~350 km/h 中的 5 个速度目标值方案的工程投资、旅行时间、路网协调和经济效益, 最终选择了合理的速度目标值。由分析可知, 速度目标值研究需综合多方面的因素。在上述研究的基础上, 本文结合《珠江三角洲城际快速轨道交通线网规划》, 首先研究了深圳—惠州城际铁路的客流特征, 进而结合相关上位规划和市场竞争力确定了项目的时间目标值; 然后采用综合分析法及指标对比法, 分别从工程投资、达速效果、运营效果、运行能耗、运营成本、路网协调性及市场竞争力等方面对 160 km/h、200 km/h、250 km/h 这 3 个速度目标值方案展开系统分析和深入研究。

1 深圳—惠州城际铁路项目概况

深圳—惠州城际铁路起自深圳市前海保税区东侧听海大道的前保站, 沿听海大道向北敷设, 经前海湾后转向东于规划西丽枢纽北侧的茶光路设西丽站; 随后转向东北方向沿平南铁路南侧傍山以地下线形式走行至深圳北站(换乘站); 出深圳北站后, 线路沿既有平南铁路通道经五和、平湖至龙岗区, 该段沿线设有大运站和龙岗站; 然后线路转向北, 进入惠州境内, 跨越京九线及莞惠城际铁路后于沥林北站西端引入该站; 出沥林北站后, 与莞惠城际铁路局部向东并行, 随后跨越京九线并沿仲恺

* 中铁第一勘察设计院集团有限公司科研项目(院科 20-28)

城区南侧向东走行至惠城南站(在建);出惠城南站后,向东跨在建广汕高铁、下穿西枝江至惠州机场设站,其后预留向东延伸至惠东站条件。该线相关工程小金口至惠州北段,自既有莞惠小金口站引出,向北至在建赣深高铁惠州北站,与赣深高铁惠州北站同站换乘。前保站至惠州机场段正线长 124.1 km,共设车站 13 座;该线相关工程莞惠城际延伸线小金口站至惠州北站正线长 7.6 km,惠州北站为新建车站,小金口站为改建车站;预留惠州机场至惠东为正线全长 19.2 km,设车站 1 座。

2 深圳—惠州城际铁路客流特征

深圳—惠州城际铁路是珠江三角洲城际轨道交通网的重要组成部分,主要承担深圳市域内坪地国际低碳城、龙岗中心片区及大运新城、平湖枢纽区、坂雪岗科技城、深圳北站枢纽区、西丽枢纽区、前海合作区等重要城市组团间的市域客流和惠州至深圳城际客流,满足沿线城市组团间的通勤、商务和公务等出行需要,并兼顾部分城际轨道交通线间的跨线客流。综上分析可知,该线是连接深圳与惠州的快速客运通道,是引导惠州西部发展的重要交通基础设施,是深惠通道综合交通运输体系的重要组成部分,是密集开行公交化列车的新型运输系统。深圳至惠州城际铁路不同规划年份的客流特征如表 1 所示。

表 1 深圳—惠州城际铁路不同规划年份的客流特征

客流类别	2030 年 客流特征		2035 年 客流特征		2045 年 客流特征	
	客流量/ 万人次	占比/ %	客流量/ 万人次	占比/ %	客流量/ 万人次	占比/ %
惠州市域	2.18	7.86	3.11	7.86	4.45	7.86
深圳市域	16.37	59.14	23.29	58.81	29.76	52.60
惠州—深圳	5.73	20.71	8.11	20.48	11.31	20.00
相关线路换乘	3.40	12.28	5.09	12.85	11.05	19.54
合计	27.68	100.00	39.60	100.00	56.57	100.00

3 深圳—惠州城际铁路的旅行时间目标值

3.1 速度目标值选择原则

1) 满足并适度高于珠三角城市群发展、城镇体系规划对交通时间目标值的要求。既要技术先进、利于发展,又要适用可行、经济合理,还应充分考虑城际铁路未来的发展趋势^[7]。

2) 充分发挥城际铁路在大交通系统中的优势。既要体现方便、快捷、安全的运输特点,又要满足不

同层次客流的需求,以实现减少工程投资最小化和经济效益最大化^[8]。

3) 作为珠三角城际轨道交通网的组成部分,该线的速度目标值应服从上位规划及有关政策的相关要求。

4) 兼顾近远期的综合效益。

3.2 相关上位规划

3.2.1 相关政策要求

广东省发展和改革委员会粤发改交通[2014]837 号文《关于印发“广东省珠江三角洲城际轨道交通建设管理办法”的通知》中,有关城际轨道交通速度目标值的要求为:“项目一般按照 160 km/h 速度目标值进行设计,因线路衔接、运营里程等客观原因需要进行调整的应在项目可行性研究中进行论证。”

3.2.2 珠江三角洲城际轨道交通网规划

深圳—惠州城际铁路是珠三角城际轨道交通网的重要组成部分,根据《珠江三角洲城际快速轨道交通线网规划》文件精神,珠三角地区将形成“三环八射”的城际铁路网络,形成以广州为中心、区域九城市之间“1 小时”交通圈,实现地区之间的同城化,形成密集开行公交化列车的新型公交化运输系统。

3.2.3 粤港澳大湾区城际铁路网规划

《粤港澳大湾区城际铁路建设规划》中提出,在广佛、深港、珠澳(江中珠澳)三大发展极之间构建“极轴”,在大湾区城际网基础上增加“放射”线路,构建中心城市与周边城市快速通达的放射性区域城际网络,并优化深圳至惠州城际铁路建设^[8]。

3.3 市场与竞争力分析

本项目承担深圳、东莞(凤岗)、惠州及沿线城镇间客流,因此,需分析研究主要客流集散地间其他交通方式的时速、票价等。惠州—深圳、惠州—广州间铁路线路及相关技术指标现状统计如表 2 所示。

由表 2 可见,惠州与深圳、广州间的客流单位票价均较国内其他区域偏高。研究年度随着赣深高铁的建成,惠州与深圳间高铁的旅行时间将缩短至 0.5 h 左右,点对点客流将以高速铁路为主。深圳—惠州城际铁路主要吸引沿线到深圳、广州间的客流,以及深圳市、惠州市域内客流。惠州—深圳其他交通方式及相关技术指标现状统计如表 3 所示。

表 2 惠州—深圳、惠州—广州间铁路线路及相关技术指标现状统计表

起讫点	铁路线路	距离/km	运行时间/h	硬座票价/元	旅行速度/(km/h)	费用/(元/人·km)
深圳—惠州惠城	广深四线、京九线	115	1.3	18.5	88.46	0.16
深圳—惠州惠阳	厦深铁路	56	0.5	16.5	112.00	0.29
广州—惠州惠城	广深四线、京九线	148	1.9	39.5	77.89	0.27
广州—惠州惠阳	广深港客专、厦深铁路	158	1.1	91.0	143.60	0.58

表 3 惠州—深圳其他交通方式及相关技术指标现状统计表

起讫点	交通方式	距离/km	时间/h	票价/元	旅行速度/(km/h)	费用/(元/人·km)
深圳北站—惠州站	地铁、道路公交	93.7	5.0	17.5	18.7	0.19
深圳北站—惠州汽车总站	地铁、道路公交	82.9	4.5	16.0	18.4	0.19
深圳站—惠州站	地铁、道路公交	81.3	4.3	16.0	18.9	0.2
东湖客运站—惠州客运站	大巴	79.0	1.3	40.0	60.8	0.51
宝安客运站—惠州客运站	大巴	138.0	2.3	60.0	60.0	0.43

3.4 旅行时间目标值的确定

深圳—惠州城际铁路建成后,深圳—惠州间将形成铁路、公路等多种交通运输方式并存的综合交通运输体系。公路方面,深圳至惠州间高速公路最快旅行时间约 1.3 h 左右。为保证该线具备与公路竞争的优势,深圳—惠州间大站列车旅行时间宜控制在 1 h 内;站站停列车因其具有安全、正点、服务频率高等优势,旅行时间可与公路的基本持平。

4 深圳—惠州城际铁路的速度目标值

4.1 方案构成

根据《珠江三角洲城际快速轨道交通线网规划》,其线网速度目标值为 140~200 km/h,按速度等级分为快速线路和普速线路。快速线路的速度目标值为 160~200 km/h,普速线路的速度目标值为 140~160 km/h。《城际铁路设计规范》规定的速度等级为 120 km/h、160 km/h、200 km/h。该线为珠江三角洲城际轨道交通网的重要组成部分,规划为城际铁路。但考虑该线运输距离较长、远景拟与深圳至珠海城际铁路贯通运营,珠海—前保—惠州距离长达 185 km,因此其速度目标值不宜过低。本文对 160 km/h、200 km/h、250 km/h 速度目标值方案进行研究。

4.2 不同速度目标值方案比选

4.2.1 定量比较

1) 工程投资:深圳—惠州城际铁路沿线多为建成城区,受拆迁影响,前海湾至西丽段及沥林北站两端均为限速路段,其余路段速度对线路影响较小。影响工程及投资的主要因素是:线路平纵断面设计标准引起的桥隧工程差异,与设计速度相匹配的线间距、

隧道断面,不同结构沉降控制要求引起的桥隧工程设置、工程措施。160 km/h、200 km/h、250 km/h 三种速度目标值方案工程特征及投资如表 4 所示。

表 4 深圳—惠州城际铁路不同速度目标值方案
技术经济比较表

项目		不同速度目标值方案的技术经济指标		
		160 km/h	200 km/h	250 km/h
建筑长度/km		124.32	124.10	124.63
征地拆迁/hm ²	永久用地	213.38	212.99	213.89
	临时用地	208.47	208.10	208.98
	拆迁房屋	75.00	75.50	75.82
路基/km		16.39	14.09	15.82
桥梁/座	特大桥	15	16	16
	大中桥	8	10	10
隧道/座		10	9	9
桥隧总长/km		107.94	110.02	108.81
桥隧比/%		86.82	88.65	87.31
正线轨道/km		248.65	248.20	249.25
静态投资/亿元		540.18	544.17	574.69

由表 4 可见,200 km/h 速度目标值方案比 160 km/h 速度目标值方案的静态投资增加约 3.99 亿元,比 250 km/h 速度目标值方案静态投资节省约 30.52 亿元。

2) 达速效果:深圳至惠州城际铁路采用开行大站停列车和站站停列车的运输组织模式。初近期工程前保站至惠州机场段平均站间距离为 10.225 km/h,大站间平均距离为 15.338 km。按平均站间距离计算,列车达速比如表 5 所示。

表 5 深圳—惠州城际铁路不同速度目标值列车运行特性表

项目	不同速度目标值方案的列车运行特性		
	160 km/h	200 km/h	250 km/h
加减速距离/km	3.75	7.5	16
大站停列车达速比/%	75.6	51.1	0
站站停列车达速比/%	63.3	26.7	0

由表 5 可见:从充分发挥动车组性能方面分析,250 km/h 速度目标值方案的大站停和站站停列车均不能达速;160 km/h 速度目标值方案的大站停和站站停列车达速效果均较好,达速比分别为 75.6%和 63.3%;200 km/h 速度目标值方案的大站停和站站停列车达速比分别为 51.1%和 26.7%。

3) 运营效果:160 km/h、200 km/h、250 km/h 三种速度目标值方案运行时间对比如表 6 所示。

表 6 深圳—惠州城际铁路不同速度目标值方案
列车运行时间对比表

停站方式	不同速度目标值方案列车运行时间/min		
	160 km/h	200 km/h	250 km/h
大站停	65.9	59.6	57.8
站站停	73.3	70.1	69.1

注:以上时间均含停站时间。

由表 6 可见:250 km/h 速度目标值方案运营效果较其他两个方案提升不明显,比 200 km/h 速度目标值方案大站停及站站停列车运行时分仅节省 1.8 min 和 1.0 min;200 km/h 速度目标值方案比 160 km/h 的节时效果明显,大站停及站站停列车分别节省 6.3 min 和 3.2 min。结合研究年度客流量,2030 年、2035 年、2045 年分别节省旅客总旅行时间 6 058.6 h、8 576 h、11 962.4 h。从满足时间目标值方面来看,200 km/h 和 250 km/h 速度目标值方案均满足大站停列车旅行时间 1.0 h、站站停列车旅行时间 1.3 h 的时间目标值需求。160 km/h 速度目标值方案时间适应性略差。

4) 运行能耗:速度目标值越高,列车旅行时间越短,牵引能耗越大。通过模拟列车牵引计算,得到 160 km/h、200 km/h、250 km/h 三种速度目标值方案的列车运行能耗如表 7 所示。

表 7 深圳—惠州城际铁路不同速度目标值方案
列车运行能耗对比表

停站方式	不同速度目标值方案的列车运行能耗/kWh		
	160 km/h	200 km/h	250 km/h
大站停	1521.88	1719.38	2197.61
站站停	2402.42	2886.71	3783.25

由表 7 可见:250 km/h 速度目标值方案比 200 km/h 速度目标值方案大站停及站站停列车运行能耗增加 478.23 kWh、896.54 kWh;200 km/h 速度目标值方案比 160 km/h 速度目标值方案大站停及站站停列车运行能耗仅增加 197.5 kWh、484.29 kWh。

5) 运营成本:主要由生产人员工资及福利、能

耗费、固定设备维修费、营运维持费、客服费、管理费等构成。通过测算得到 160 km/h、200 km/h、250 km/h 三种速度目标值方案研究年度的运营成本如表 8 所示。

表 8 深圳—惠州城际铁路不同速度目标值方案
研究年度的运营成本对比表

研究年度	不同速度目标值方案年度运营成本/亿元		
	160 km/h	200 km/h	250 km/h
2030	7.38	7.85	9.03
2035	9.97	10.49	12.42
2045	13.87	14.24	17.24

由表 8 可见,200 km/h 速度目标值方案比 160 km/h 速度目标值方案研究年度运营成本增加不大,250 km/h 速度目标值方案比 200 km/h 速度目标值方案研究年度运营成本增加较大。

4.2.2 定性分析

1) 路网协调性:深圳—惠州城际铁路为珠三角城际轨道交通网的重要组成部分。珠三角城际轨道交通网规划速度目标值为 140~200 km/h,该线若采用 160 km/h 或 200 km/h 的速度目标值,则与线网规划一致;该线若采用 250 km/h 的速度目标值,则与珠三角城际轨道交通线网协调匹配性差。根据运输组织方案,该线开行与莞惠城际铁路的跨线列车,莞惠城际铁路的速度目标值为 200 km/h,因此,该线若采用 200 km/h 的速度目标值,则与莞惠城际铁路的相统一,二者匹配性更优。综上所述,该线宜采用 200 km/h 的速度目标值。

2) 市场竞争力:在研究年度,同一通道内的赣深高铁建成,当采用 250 km/h 速度目标值方案时,票价与赣深高铁相当。对于长途客流而言,更愿意选择速度更高的赣深高铁。而采用 200 km/h 或 160 km/h 速度目标值方案时,该线在票价上将具备一定的市场竞争力。

4.3 速度目标值研究结论

综合上述分析可知:250 km/h 速度目标值方案,其工程投资比其他两个方案增加较多,但运营效果提升不明显;与 200 km/h 速度目标值方案大站停及站站停列车相比,其运行时间仅节省 1.8 min 和 1.0 min,投资节时比分别为 17.0 亿元/min 和 30.5 亿元/min;其运营成本增加也较大;其与路网相关线路速度目标值协调匹配性差;其能耗大、市场竞争力弱。因此不予考虑。200 km/h 速度目标值方案,其比 160 km/h 速度目标值方案的工程投资

仅增加 3.99 亿元,约占总投资的 0.7%;其比 160 km/h 速度目标值方案的大站停及站站停列车的运行时间分别节省 6.3 min 和 3.2 min,投资节时比分别为 0.6 亿元/min 和 1.2 亿元/min;运行能耗、运营成本适中。因此,从工程投资、运营效果、运行能耗、运营成本、运行能耗、路网协调匹配、市场竞争力等方面综合考虑,推荐该线采用 200 km/h 速度目标值方案。

5 结语

从《珠江三角洲城际快速轨道交通线网规划》入手,在分析深圳—惠州城际铁路客流特征的基础上,结合相关上位规划、市场运输现状等确定了该线路应采用的旅行时间目标值为 1 h;进而从定量比较和定性分析两方面对 160 km/h、200 km/h、250 km/h 三个速度目标值方案进行综合比选,最终推荐投资较为经济合理、达速比及运营效果较优、路网协调匹配性良好、市场竞争力较强的 200 km/h 速度目标值方案。

(上接第 4 页)

楼,适宜引入孵化产业。从而形成产城融合、职住平衡的活动未来社区。

4 结语

城市轨道交通 TOD 模式,是一项综合性的规划和建设,集商业策划、业态定位、产业导入、功能布局、建筑设计、交通引导等多种专业于一体,需要强有力的领导机制作保障,需要经验丰富的商业团队作支撑,需要高效的建设实施能力和房产营销能力。TOD 模式可带动城市品质提升,促进经济发展。同时,由于其具有政策集成要求高、操盘团队经验要丰富、资金需求量大、收益期限比较长等特点,综合开发难度较大,需要不断探索,并需结合各地实际寻求适合自身的发展之路。

参考文献

[1] 朱晓兵.中国内地城市轨道交通 TOD 发展近况与思考[J].

参考文献

[1] 国家铁路局.城际铁路设计规范:TB 10623—2014[S].北京:中国铁道出版社,2015.
[2] 任军辉.合肥地铁 6 号线设计规模和速度目标值的选择[J].城市轨道交通研究,2019(5): 51.
[3] 丘崇誉.西安市轨道交通草堂线速度目标值选择的探讨[J].铁道运输与经济,2016(2): 76.
[4] 张凌.沿江高铁上海至合肥段速度目标值研究[J].铁道标准设计,2019(12): 64.
[5] 中铁第一勘察设计院集团有限公司.深圳至惠州城际铁路工程可行性研究及配套专题标段投标文件[R].西安:中铁第一勘察设计院集团有限公司,2019.
[6] 中铁工程设计咨询集团有限公司.珠江三角洲城际轨道交通网深圳至惠州城际轨道交通项目预可行性研究[R].北京:中铁工程设计咨询集团有限公司,2017.
[7] 中国国家铁路集团有限公司.深圳铁路枢纽总图规划(2016—2030 年):铁总发改函(2019)184 号[S].北京:中国国家铁路集团有限公司,2019.
[8] 广东省发展和改革委员会.粤港澳大湾区(城际)铁路建设规划(送审稿)[R].广州:广东省发展和改革委员会 2019.
(收稿日期:2020-02-11)

城市轨道交通,2018(5): 16.
[2] 楼栋,刘永鹏.以杭州市为例谈 TOD 引导大城市发展策略[J].山西建筑,2019(22): 10.
[3] 赵浩宇.香港 TOD 城市开发模式及其借鉴意义研究[J].四川建筑,2019(3): 65.
[4] 薛求理,孙聪.香港轨交站与周边发展[J].建筑学报,2020(1): 102.
[5] 黄维民.TOD 理念下城市交通可持续发展探究[J].人民论坛,2016(5): 171.
[6] 朱韶斐.基于绿色 TOD 理念的轨道交通站域建成环境研究[D].成都:西南交通大学,2018.
[7] 徐政.无锡地铁 TOD 开发引领城市发展的实践及前瞻[J].城市轨道交通,2019(10): 43.
(收稿日期:2021-01-20)