

市域郊铁路线路平面设计限速半径评价初探

刘 鑫*

中国铁路设计集团有限公司 天津 300251

摘要: 随着市域铁路的快速发展,相应的规范也逐渐完善起来,而国家鼓励将市域轨道交通接入城市轨道交通网络中去,实现各个层面轨道网络的互联互通,市域轨道交通线路在中心城区的选线条件与城市地铁相似,为适应工程条件区间限速的情况较为常见,在限速地段采用相对保守的市域轨道交通规范对线路选线的限制较大,不利于方案优化及工程成本控制,而在不越行的车站地段采用大半径亦不经济,因此在线路设计过程中对线路半径的选择采取一定的评价手段是必要的。结合列车参数信息和线路曲线限速表,得出一种建议的评价方法,使得行车速度与线路限速区段相互匹配,避免不必要的浪费,实现最优设计,节约工程成本。

关键词: 市域铁路;半径;速度;评价

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-557X-0207-8>

1 国内外现状及简要说明

市域快速轨道交通指的是大城市市域范围内的客运轨道交通线路,服务于城市与郊区、中心城市与卫星城、重点城镇间等,服务范围一般在100公里之内,一般采用100km/h~160km/h设计时速。现阶段市域快速轨道交通可参考的规范有:中国土木工程协会标准《市域快速轨道交通设计规范》(T/CCES2-2017)、中国铁道学会标准《市域铁路设计规范》(T/CRS C0101-2017)、国家铁路局发布的行业标准《市域郊铁路设计规范》(TB10624-2020)和《城际铁路设计规范》(TB10623-2014)、国家标准《地铁设计规范》(GB50157-2013)。虽然可参考的设计规范较多,但以上规范对于线路设计中的缓和曲线长度、竖曲线半径、最小圆曲线和夹直线长度和线路最大坡度等规定都不尽相同,针对性规范、条款的适用性、功能定位及技术特征没有统一标准^[1-5]。

一方面现阶段实行的规范在曲线参数的选定相对保守,在中心城区线路选线适应性相对较差。国家鼓励将市域轨道交通接入城市轨道交通网络中去,实现各个层面轨道网络的互联互通,市域轨道交通线路在中心城区的选线条件与城市地铁相似,为适应工程条件区间限速的情况较为常见,在限速地段采用相对保守的市域轨道交通规范对线路选线的限制较大,不利于方案优化及工程成本控制。

另一方面设计规范中只规定了与速度目标值和车辆类型对应的最小曲线半径,两者对应的曲线半径通常分别在工程条件较好或极端困难的情况下选用。在限速情况下采取多大的曲线半径相对合适并没有一个系统的论述,导致设计过程中为适应工程条件、降低投资随意降低曲线设计标准,给后期运营带来麻烦。

因此研究市域轨道交通线路在特定区段的曲线参数适用规范意义重大,对线路设计有很有实用的价值。市域快速轨道交通在我国起步较晚,相应的规范及标准还不够完善,现阶段实行的规范在限速地段对曲线参数的选定相对保守,市域轨道交通线路在中心城区的选线条件与城市地铁相似,导致部分区间及地段限速,在限速地段采用相对保守的市域轨道交通规范对线路选线的限制较大,不利于方案优化及工程成本控制,因此研究市域轨道交通线路在特定区段的曲线参数适用规范为市域轨道线路设计提供理论依据。

2 研究方法

收集整理各规范在不同速度下,尤其针对限速段的线路曲线参数信息,并进行对比分析各规范采取不同参数的计算方法,同时收集各类型车辆参数,包含转向架参数及轴距等,为运行安全及舒适度评价计算提供依据,通过计算分析不同线路曲线参数的适用性,判断在限速地段采用各种规范是否满足行车安全及舒适度要求,为市域快速轨道交通线路设计针对曲线参数的选择提供理论支持。在此基础上,得出设计实例工程中列车的加速区间等信息,与线路的限速曲线进行对比,综合考虑列车加速曲线、线路曲线长度、出曲线范围列车最高速度,结合边界条件分析线路曲线

*通讯作者:刘鑫,1988.4,汉,男,山东微山,工程师,硕士研究生。研究方向:轨道工程。

限速与列车速度的匹配程度，得出评价结果，指导设计实践，在充分利用线路条件的前提下，尽量减少到底地块的切割，降低对周边敏感地块的影响，同时降低工程费用，达到设计最优。

3 线路半径选取评价方法^[6-7]

本评价方案主要以车辆的行车曲线为基础，叠合线路限速曲线表，通过一定计算公式得出线路曲线速度的利用率，从而得出该线路方案的曲线选取的经济性。但同时对于由于边界条件或其他原因导致的限速应予以单独的考虑，如高架轨道桥与既有道路曲线相匹配，线路路由敷设方向改变为减少对地块切割采用限速小半径等原因导致地限速区段。本评价方法至针对排除诸如此类情况下如何更经济适用的选取平面半径，既满足行车速度需要有不产生工程上的浪费。

3.1 行车速度曲线

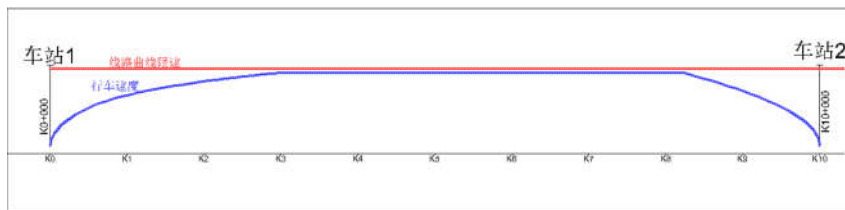


图1 形成速度简易曲线

车辆在车站1速度由0加速至最高时速，在不受线路限速的前提下前，列车以最大加速度加速至最高行车速度，在到达车站2之前开始减速，到达车站2停车，该过程共用时为t，行车速度与时间轴的面积Sv，旅行速度V=Sv/t。

如图1所示，一般市域铁路不限速（160km/h）的最小半径为1300m，在区间不限速的情况下，列车由车站出发加速至满速，区间满速运行，在到达下一个车站时降速至0，该运行方式实际行车速度最高。但实际工程设计中，尤其是在市区范围内，市域铁路线路平面曲线受到边界因素影响，如躲避构筑物、小曲线转弯半径等因素，区间存在限速区段，而在非越行车站端头列车速度达不到最高速度，线路也不必满足不限速要求，若采用大于实际能够达到的最大速度的曲线，既造成了不必要的浪费，先限制了线路平面路由选择的自由度。

3.2 评价方法

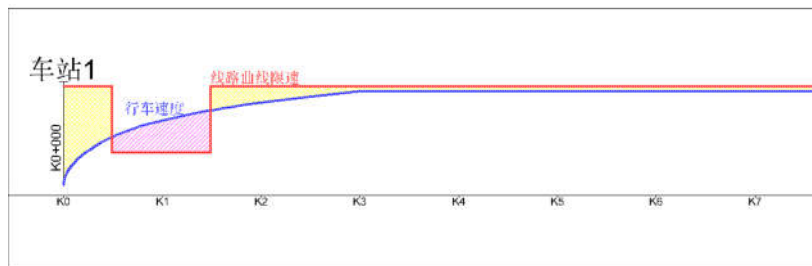


图2 行车速度简易曲线

如图2所示，在车站端头或者其他限速区段，线路平面曲线不必满足最小1300m半径的不限速要求，在满足线路设计要求的前提下，统计行车速度高于线路曲线限速的部分面积S1，统计区间行车速度面积S，二者比例K = S1/S可以初步评价该区间线路平面曲线选择的利用效率，而线路的路由及限速半径的选择受多种边界条件控制，该评价方法主要是针对仅受线路自身条件影响，在非必要不限速的区段对半径的选择有一定指导作用。

4 该评价方法意义

市域铁路在市郊范围不受速度限制区域尽量采用不限速曲线，大区间出现限速区段过多也会影响行车能力。而在车站端部区间或其他客观原因，如经过密集居住区、保护区等不得不限速区段，不必桎梏于最小不限速半径，可以适当地采用与限速速度相匹配的半径，在敷设路由选择时有更大的自由度，减少对地块的切割，避免线路长度的浪费，减少工程规模。同样在其他非工程本身原因的限速区段，也应该综合考虑曲线半径选择的经济性，而不是一味地求最大半径不限速。

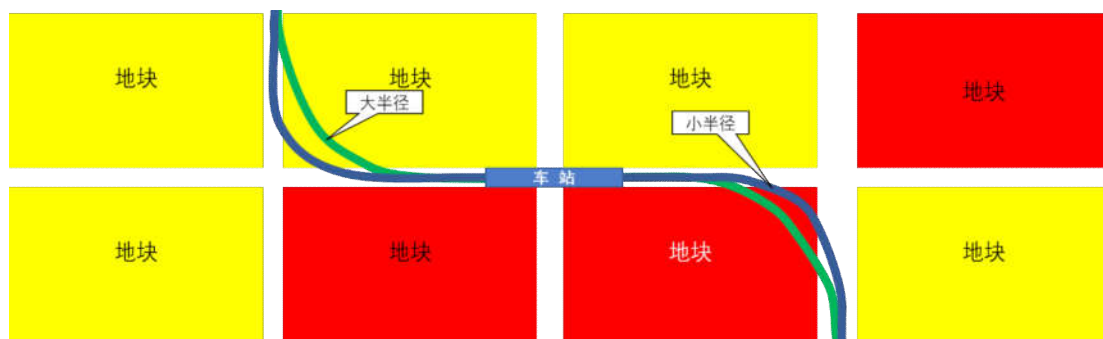


图3 线路平面曲线方案对比

如图3所示,由于车站前后区间限速,及时采用大半径车辆也无法达到线路允许的最大速度,同时对地块的切割更大,因此可以结合车辆的行车速度曲线表和评价方法分析不同半径的速度匹配率和工程效率,选取最优的曲线,需要注意的是,不同半径的曲线长度不同,列车在不停加速后的出曲线范围的最高速度也不同,确保选取的曲线范围内列车车速可以得到充分发挥是重要原则之一。

市域铁路主要区段在郊区部分,但在市区范围内的选线条件基本与地铁大同小异,而市域铁路对旅行时间更为敏感,导致半径选择更为保守,造成对市区地块的切割和分裂,而对于非越行站等自身限速区段,结合本评价方法,可适当地选取更小的限速半径,同时又不影响实际的旅行时间,对市域铁路的线路平面设计具有一定指导意义。

参考文献:

- [1]JT/CCES2-2017,市域快速轨道交通设计规范[S].中国土木工程协会标准.
- [2]T/CRS C0101-2017,市域铁路设计规范[S].中国铁道学会标准.
- [3]TB10624-2020,市域郊铁路设计规范[S].国家铁路局发布的行业标准.
- [4]TB10623-2014,城际铁路设计规范[S].国家铁路局发布的行业标准.
- [5]GB50157-2013,地铁设计规范[S].国家标准.
- [6]朱济龙,等.城市轨道交通行车组织[M].中国铁道出版社,2011.
- [7]刘钊,等.地铁工程设计与施工[M].人民交通出版社,2004.