

摘要 针对当前我国城市轨道交通进入快速发展阶段的新形势,从可持续发展与我国城市化进程加快的角度,审视城市轨道交通线网的规划和设计,探讨线网规模确定、换乘方式、站台宽度、楼扶梯数量与宽度、换乘通道宽度以及售检票闸机布置方式等值得关注的问题。指出目前在车辆制式的选择上偏于保守,提出我国特大城市中心城区的轨道交通线路应首先考虑采用宽体 A 型车的地铁系统比较恰当;同时在车辆编组方面土木工程应留有适当的余地,以应对远期城市发展带来的客运需求。指出目前大型换乘枢纽站的站台宽度、楼扶梯的数量与宽度、换乘通道宽度等都满足不了运营需求,建议在大客流的换乘车站宜采用近距离的通道换乘设计。建议设计时控制市中心区的车站站台的最小宽度不宜小于 10 m;建议按照 A 型车的载客能力,每 2 节车厢至少配置一组楼扶梯,并加宽楼扶梯宽度。指出目前闸机计算通过能力大于实际通过能力,售检票机布置与客流流线不匹配。建议闸机与客流流线垂直布置,从而避免客流流线的相互干扰。

关键词 城市轨道交通;城市规划;总体设计

自 1863 年世界第一条地铁在伦敦诞生以来,城市轨道交通的发展已经走过了 146 年的历程。我国虽然在 20 世纪 60 年代就开始规划建设地铁,但真正开始规模化建设城市轨道交通还只有十几年的时间。当前,我国已进入了城市轨道交通快速发展时期,截至目前,我国有 40 余座城市在建或筹建城市轨道交通设施,已获批的 15 座城市规划在 2015 年之前建设 1 700km 的城市轨道交通,加上目前正在建的线路,我国城市轨道交通里程将超过 3 400km。如此大规模的建设力度,有必要从可持续发展角度来审视我国的城市轨道交通规划和设计。

1 可持续发展在城市轨道交通领域的理解

可持续发展是 20 世纪 80 年代提出的一个新概念。1987 年世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》报告中第一次阐述了可持续发展的概念。可持续发展是指既满足现代人的需求也不损害后代人满足需求的能力,就是指经济、社会、资源和环境保护协调发展。这一概念已得到国际社会的共识。

对城市轨道交通而言,其可持续发展可理解为“轨道交通当前的规划和建设要充分考虑后人的需求”。即:当前大规模建设的城市轨道交通是解决城市交通拥挤的重要手段,是城市发展的百年大计,在规划和设计阶段一定要充分考虑城市未来发展对交通的需求以及今后乘客使用时的舒适度要求。这就要求其在规划和设计阶段,既要遵循国家相关的设计标准和规范要求,也要考虑未来城市发展的影响因素。

2 对我国城市发展的基本分析

我国改革开放 30 年的发展历程,经济、社会的发展不可避免地推动了城市化的发展进程。根据麦肯锡全球研究院的有关研究报告显示:从 1980 年到 2005 年,中国的城市化水平从 20%左右提高到 44%,增长了一倍以上;根据预测,到 2025 年,中国将有超过 2/3 的人口生活在城市,城市化水平将达到 66%以上。此外,流动人口将成为未来城市化的主要动因。据统计,仅 1990 年到 2005 年这 15 年间,就有 1.03 亿人口从农村流向城市地区。据预测,按照目前的发展趋势,中国的城市人口将从 2005 年的 5.72 亿增加到 2025 年的 9.62 亿。中国城市新增加的 3.5 亿多的城市居民相当于今天美国的全国人口,而新增的 3.5 亿多城市居民中将有超过 2.4 亿的流动人口。预计到 2030 年,中国的城市人口将达到 10 亿。届时,中国将出现 221 座百万以上人口城市。其中,23 座城市人口将超过 500 万(目前有 14 座城市人口超过 500 万),8 座城市人口将超过 1 000 万而其中上海和北京 2 座城市人口将超过 2 500 万。

以上数据充分说明,城市化进程的加快趋势不可避免。但城市居民的增加无疑会给城市的土地、能源、交通、环境等资源带来沉重的压力。对轨道交通规划建设而言,必须充分考虑城市人口增加带来的各种问题,包括城市轨道交通线网的规模、线路总体规模、换乘方式的选择以及车站建筑设计的空间和通道问题,而不能完全参照国外的相关规划设计理念和做法。

3 基于可持续发展的轨道交通规划和设计

根据以上对我国城市未来发展的分析以及对可持续发展在轨道交通领域的理解,结合我国目前各大城市都如火如荼地大规模、集中发展轨道交通的现状,笔者就轨道交通线网规模、线路总体设计、车站设计中应采取应对措施提出如下一些建议。

3.1 关于线网规模的判断



城市轨道交通线网规划是根据城市经济和社会发展规划,在规划城市人口规模及总体分布的基础上,以城市居民总出行量为依据提出城市轨道交通总承担量,并以此作为确定城市轨道交通线网规模的尺度。城市规划总人口数是所有数据的基础。这个数据的采用要充分考虑城市化进程加快造成城市人口扩张的因素,以免估计不足。当前我国各大城市在第一阶段轨道交通线网规划中采用的规划年限基本上是到2020年左右,也有部分城市规划年限到2030年。根据以上对中国城市发展的预测来看,几个城市的规划人口似乎都存在估计不足的问题。我国目前公布的各大城市的轨道交通线网规模都不超过1000km,而国际上目前与我国类似规模的城市,其轨道交通投入运营的总规模都超过1000km,如东京城市的线网规模已经超过2000km(但是地铁制式所占的比例很低)。对比来看,显然我国的线网规模已经远远不够。因此,有些城市在开展第二轮线网规划调整,都适当增加了线网长度,但总体上看力度还不够大。建议各城市今后在调整规划时要充分考虑城市化步伐加快造成城市人口急剧扩张的因素,但在系统制式的选择上应更灵活,并结合城际铁路和干线铁路规划一并考虑。

从可持续发展角度看,如果当前的线网没有在规划层面得到控制,由于城市建设的快速发展,将来很难再找到轨道交通加密线路的通道。而通道资源在城市中是非常有限的,也是特别宝贵的资源。因此,在城市轨道交通线网规划时要留有充分的余量并在规划上加以控制,才能确保城市交通的可持续发展。

与确定线网规模相关的另一个重要因素是城市居民的日均出行率。它决定了城市的总出行量。随着我国经济高速发展和城市化水平的提高,根据有关出行调查报告,这个数据也逐年提高。如上海市区人口的出行率1995年为1.87次,到2004年就提高到2.21次,这就意味着总出行量提高了18%。而发达国家城市的出行率一般都高于2.60次。因此在出行率的选取上一定要考虑城市未来的发展。特别要考虑未来城市中流动人口的比例会大大提高,而流动人口的日均出行率要比常住人口高。从这个意义上讲,也需要在规划阶段适当扩大轨道交通的线网规模。

3.2 关于线路总体设计

与城市轨道交通规划线网规模相对应,对于线网中各条线路的总体设计规模也应该充分考虑城市发展的因素。与线路总体规模相关的主要涉及车辆制式的选择和车辆编组数量。在相同的线路通过能力前提下,这两个标准的确定直接决定了整条线路的运输能力。

为了规范车辆制式选择,建设部专门制订了《城市公共交通分类标准》。该标准中将城市轨道交通分为地铁系统、轻轨系统、单轨系统、磁浮系统、自动导向轨道系统和区域快速轨道系统等6种。当前,我国各城市在轨道交通车辆制式选择上呈现多样化的特点,但是除上海和广州采用了宽体的A型车外,其他城市基本采用了B型车和C型车以及其他更小容量的车辆制式。从最近两年我国相继投入运营的几条新线情况来看,在车辆制式的选择上过于保守,造成很多新线刚开通运营就已经拥挤不堪的局面。如果从城市发展的长远来看,很多城市在车辆制式选择方面的余量考虑远远不足。我国的特大城市中心城区的轨道交通线路应首先考虑采用宽体A型车的地铁系统比较恰当。与其他制式相比,宽体A型车在初期投资上并不会增加很多,但符合城市以及轨道交通的可持续发展要求。

关于列车编组问题,由于直接影响车站的土建规模和工程造价,设计中根据规范要求是以远期客流预测量来确定的。但从近年来几个城市的轨道交通运营客流实际情况来看,很多线路的系统规模都偏小。目前国内除上海轨道交通1号线和2号线采用8节编组外,还未见其他线路采用8节编组。国外如东京、巴黎、首尔等城市,列车采用8节编组、10节编组甚至更长的编组的案例很多。从可持续发展角度看,我国特大城市以及大城市主要客运走廊上的骨干线路在车辆编组方面应留有适当的余地,以应对远期城市发展带来的客流增长的需求,初、近期可按照预测客流确定列车编组和系统配置。随着生活水平的提高,乘客对轨道交通舒适度的要求也会逐步提高,因此在土建工程上应预留足够的扩展空间,为今后列车扩大编组创造条件。

3.3 关于换乘方式选择

随着各城市轨道交通建设步伐的加快,很多城市已经从单线建设步入网络化建设阶段,而网络化建设阶段必然面临线路之间的换乘问题。目前轨道交通之间的换乘方式主要有同站台换乘、十字型换乘、T型换乘以及通道换乘等形式。在轨道交通建设初期,由于整个网络规划不够稳定,很多换乘车站只能采用通道换乘方式,且换乘距离太长,给乘客换乘带来不便。如北京地铁复兴门站的1、2号线之间的换乘,以及上海轨道交通人民广场车站1、2号线之间的换乘距离都比较长,投入运营后乘客意见比较大。但进入网络化建设阶段后,由于强调“零换乘”概念,很多换乘节点的规划和设计都采用十字换乘或者T型换乘,甚至将3条以上线路的换乘都集中在一点,也给运营带来了新的问题。



典型的集中换乘车站的案例是上海轨道交通人民广场站的1、2、8号线集中一点换乘。2007年12月随着8号线的开通运营,人民广场站换乘枢纽客流急剧增加。目前这个车站高峰日进出站和换乘客流已经超过50万人次,车站的站台宽度(涉及蓄客能力)、楼扶梯数量(涉及竖向通道能力)、换乘通道宽度(涉及乘客疏散能力)等都满足不了运营需求。随着各条线路运能的增加,远期客流量还会持续增长,无疑对车站的运营管理带来一系列新的问题。

关于换乘方式的选择,在规划和设计阶段不宜简单强调换乘距离近,更不能用“零换乘”理念来指导所有车站的换乘设计,应根据每个换乘车站的具体地理位置、车站规模、客流等情况来确定换乘方式。总体上应遵循“基于客流疏散能力”原则来具体确定换乘方式。由于十字换乘和T型换乘的换乘楼梯宽度受车站站台宽度限制,在换乘客流大的车站要满足客流疏散需求,必须加宽车站站台宽度并增加车站换乘楼梯数量,客观上加大了车站规模。基于此,根据我国国情和城市发展的预期,建议在大客流的换乘车站应考虑采用近距离的通道换乘设计,可通过有效延长换乘客流的疏散距离方式来缓解大客流对运营管理带来的问题,并在设计上考虑单向客流运营组织的条件,从而保障轨道交通运营期间的乘客安全。当然,在远期预测换乘客流不大的车站,换乘距离较近的十字换乘和T型换乘是比较好的选择,在我国轨道交通换乘车站规划设计中,不应有一个固化的换乘方式,更不能简单地以国外的换乘理念来指导我国的具体车站换乘设计,只能根据城市特点、换乘车站客流具体情况来确定。

3.4 关于车站建筑设计中几个问题的探讨

针对我国城市轨道交通客流量大这一特点,轨道交通车站的建筑设计,必须采取必要的措施加以应对。为此就车站设计中的站台宽度、楼扶梯宽度及数量、乘客疏散通道宽度以及售检票机布置方式等建筑设计中的问题,提出如下一些建议。

按照轨道交通相关设计规范要求,建筑设计中车站站台宽度是根据车站上、下客量以及楼扶梯建筑布置等要求来计算的,而在地铁建设初期,主要是按照车站所在位置和客流大小,将车站分为甲、乙、丙几个等级的方法来确定站台宽度。虽然当前的计算方法比原来的划分等级的方法更精确、更科学,但计算所采用的是当前预测的车站客流数据,如果预测数据和城市发展后的实际数据偏差较大,设计计算的站台宽度的准确性和科学性就失去了意义。确定车站站台宽度除了根据规范要求计算外,还应根据车站所在城市位置、车站在网络中的重要程度等在宏观上判断车站未来的客流增量,据此在计算的基础上适当增加车站宽度,以满足可持续发展的要求,还应与线路总体规模相匹配考虑车站站台宽度。针对我国人口多和城市化进程快的特点,建议设计时控制车站站台的最小宽度不宜小于10m。

与确定站台宽度考虑的因素相同,车站楼扶梯数量和宽度应与站台宽度匹配。值得提出的是,根据实际现场测试,车站楼扶梯计算通过能力与实际应用通过能力存在一定差距,这就要求在设计楼扶梯宽度和数量时要充分考虑设计余量。如:按照规范计算,1m宽双向混行楼梯通过能力计算值是3200人次/h,而实测通过能力只有2000人次/h左右。当然,影响通过能力的因素很多,实际通过能力受很多条件约束,如乘客行李、年龄层次问题等。由于车站楼扶梯设置宽度受站台宽度限制,所以车站设计时可在楼扶梯数量上尽量多布置。建议按照A型车的载客能力,每2节车厢至少配置一组楼扶梯。即:6节编组车站设置楼扶梯数量不应少于3组,8节编组车站楼扶梯数量不应少于4组。通过对我国轨道交通典型车站客流仿真计算,结果表明客流集散主要瓶颈就是车站的楼扶梯处。由于规范规定楼扶梯边距站台边缘至少要保证2.5m的宽度限制,因此要加宽楼扶梯宽度必然要加宽站台宽度。从这个意义上讲车站的站台宽度也不宜太小。

从车站客流仿真计算结果来看,除了楼扶梯宽度瓶颈外,客流流线与车站进出闸机布置密切相关。从运营车站的实际情况反映,客流较大的车站在进出闸机处经常出现拥堵现象。这主要有两方面的原因:一是车站闸机计算通过能力大于实际通过能力;二是售检票机布置与客流流线不匹配。如:三杆式检票机设计通过能力为25人次/min,但实际运营很难达到;规范规定站厅设备布置要避免客流相互干扰,检票机宜垂直于人流方向布置,但从实际设计车站设备布局看,很多车站的售票机、检票机布置会产生客流流线相互冲突和干扰,检票机垂直客流布置的车站非常少见,大多平行客流流线布置。建议参照新加坡东北线的经验,在有条件的车站,建筑设计宜将售票机设置在车站两端位置,进出站闸机沿站厅纵向横列布置在两侧,这样可使闸机布置与客流流线垂直,提高闸机使用效率和使用均匀度。

对于换乘通道宽度,在有条件的换乘车站应尽量设计足够的宽度,以确保乘客换乘及客流疏散的要求。

3.5 关于城市轨道交通标准化的思考

当前轨道交通建设正向网络化、一体化、标准化方向发展。标准化是实现网络化和一体化的前提和基础,也是轨道交通可持续发展的必然要求。只有在轨道交通建设过程中坚持标准化,才能统一网络技术标准,降低运营维护成本;只有运营管理流程和维护体系标准化,才能有效地提高轨道交通运营效率和效益。特别是当前处在轨道交通高速发展阶段,坚持标准化将是轨道交通可持续发展的必由之路。



4 结语

综上所述,随着我国经济和社会的发展和城市化进程的加快,在城市轨道交通建设过程中,需要在网络规模确定、线路总体设计、车站建筑设计中充分考虑我国人口众多的特点,有针对性地提高设计标准,并留有未来发展的空间,以满足轨道交通可持续发展的要求。

参考文献

- [1]麦肯锡全球研究院.迎接中国十亿城市大军[R].2008.
- [2]顾伟华,毕湘利.建设安全、可靠、高效的城市轨道交通网络[J].城市轨道交通研究,2006(5):1.
- [3]毕湘利,宋键.从效率角度谈城市轨道交通的规划、建设和运营[J].城市轨道交通研究,2007(10):1.

